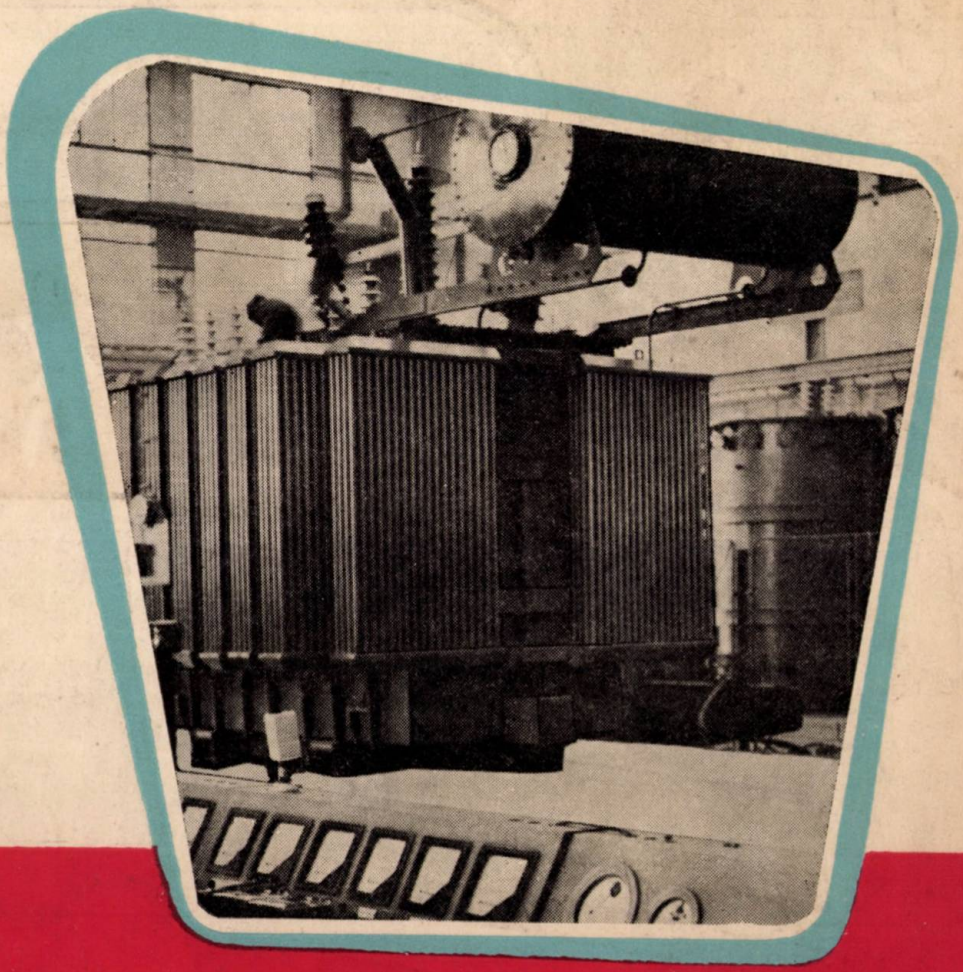
E 2040

REFERALVA

KAT

ELECTROTEHNICA



1

Electrotehnica — Bucureşti ★ Anul 9 ★ nr. 1 ★ p. 1—36 ★ ianuarie 1961

BUCUREȘTI 500

S 593 A

Satisface toate exigențele iubitorilor de muzică

• 3 game de undă • 3 + 2 tuburi electronice • Performanțe excelente pe toate lungimile de undă • Indicator optic de acord • Două difuzoare permanent dinamice • Caseta armonios îmbinată și cu o rezonanță ireproșabilă, este plăcută ochiului și dă o notă de eleganță oricărui interior.

Apare și în varianta cu picup, reproducînd fidel muzica imprimată pe discuri

Electronica

INTREPRINDERE INDUSTRIALĂ DE STAT PENTRU PIESE ȘI APARATE DE RADIO, TELEVIZOARE ȘI ELECTRONICĂ INDUSTRIALĂ

București, str. Baicului nr. 82, raionul 1 Mai • Telefon: 12 19 40 — 12 19 46 12 19 49

E 2040

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

SUMAR ȘI INDEX ALFABETIC DE AUTORI

ANUL 9

1961

Recomandări pentru autori

1. Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt : de importanţă generală, tehnico-ştiinţifice speciale, teoretice sau experimentale şi tehnice obişnuite.

2. Lucrările vor fi axate pe aducerea la îndeplinire a sarcinilor trasate de Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. — îndeosebi introducerea tehnicii noi, ridicarea calităţii produselor, reducerea preţului de cost, creşterea productivităţii muncii etc. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învăţămînt, producţie este condiţia esenţială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuţie să se refere la probleme noi şi actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde consideraţii privind eficienţa economică a soluţiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.

3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.

4. Lucrările care au mai fost publicate integral sau parţial nu pot fi trimise redacţiei spre publicare.

5. Un scurt rezumat fixînd premisele de la care s-a pornit, problema studiată şi cadrul în care este tratată nedepăşind 4—5 rînduri, va fi anexat lucrării.

6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei şi în preocupările producţiei ; de asemenea, se arată scopul lucrării, subliniindu-se contribuţia autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permiţînd inteligibilitatea fără dificultăţi a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstraţii voluminoase ; de asemenea, se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.

7. Concluziile vor concentra rezultate obţinute cu indicarea limitei de valabilitate şi aplicaţiile posibile.

8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmaţiile luate din alte lucrări şi care nu sînt în general cunoscute.

9. Dezvoltările materiale vor fi limitate la cele absolut necesare înţelegerii raţionamentului.

10. Se recomandă o atenţie deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii şi exponenţii se vor scrie mai mici decît baza şi aşezaţi mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literele majuscule, minuscule sau cele ruseşti, romane, greceşti, germane etc.

11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît şi figuri sau tabele), atît cele speciale cît şi cele generale. Se vor indica toate datele în transcripţii originale. Pentru cărţi : numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual şi tradus în paranteză), ediţia, editorul, locul editării, anul. Pentru articole : numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual şi tradus în paranteză), revista, volumul, anul, numărul, paginile.

12. Scrisul la maşină al articolelor este recomandat cu insistenţă, exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic.

Se scrie pe o singură pagină faţă, la două rînduri (2 000 semne de pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.

13. Nu se admite trimiterea concomitentă a textului la alte publicaţii.

14. Articolele se trimit cu o notă însoţitoare pe adresa redacţiei. În notă se vor indica : titluri, funcţii, localitatea şi adresa domiciliului, număr de telefon.

15. Lucrările executate în cadrul diverselor instituţii sau organizaţii vor purta aprobarea acestora pentru publicare.

16. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 de ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură faţă de manuscris.

Către cititorii noştri

În scopul mobilizării inginerilor şi tehnicienilor noştri în vederea îndeplinirii cu succes a sarcinilor măreţe trasate de cel de-al III-lea Congres al P.M.R., îndeosebi pentru introducerea tehnicii noi, îmbunătăţirea produselor, reducerea preţului de cost, creşterea productivităţii muncii, comitetul de redacţie a luat numeroase măsuri privind îmbunătăţirea continuă a conţinutului şi aspectului grafic al revistei noastre. Unele dintre aceste măsuri necesită explicaţii şi îndrumare pentru a putea fi aplicate în mod raţional. Unele explicaţii se dau mai jos, iar pentru informaţii de detaliu rugăm pe cititorii noştri să se adreseze direct redacţiei revistei noastre.

Revista cuprinde următoarele părţi : partea de fond, partea documentară şi inseratele.

1. Partea de fond conţine : articole, note, discuţii, referate, recenzii, norme şi standarde şi cronică. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică şi o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detaşeze, să se lege, formînd colecţia revistei.

1.1. Articole. Articole de fond privind luări de poziţii, comentarii faţă de evenimente politice, economice şi tehnice de importanţă mare.

Articolele tehnico-ştiinţifice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză ; se publică în condiţiile comunicate autorilor. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacţională, destinată a situa articolul în tematica revistei şi în problematica actuală a domeniului cu sublinierea importanţei sau a interesului pe care le comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a uşura regăsirea unui articol într-o colecţie de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care, împreună cu fişele documentare ale sumarelor în limba română şi în patru limbi străine, permite identificarea obiectului articolelor şi pentru cititorii străini care nu cunosc limba română.

În acelaşi timp, sumarele pe fişe (vezi mai jos) şi tabelele de materii anuale pe cinci ani etc. dau posibilitatea găsirii uşoare a unui articol în colecţie.

1.2. Notele sînt expuneri mai scurte şi de o importanţă mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de orginalitate, se clasifică zecimal şi se introduc în sumarele anuale.

1.3. Discuţii asupra unor lucrări sau articole apărute, arătînd poziţia luată în problema respectivă şi răspunsul dat, se admit fără ca redacţia să ia un angajament sau responsabilitatea în ce priveşte părerile exprimate. Discuţiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori şi cititori.

1.4. Referatele sînt rezumate obiective (necifrice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din ţară şi din străinătate, care se consideră de către redacţie a fi interesante şi utile cititorilor. Indicaţia bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele şi referinţe bibliografice).

1.5. Recenziile sînt prezentări mai ample şi critice ale unor lucrări de anvergură, cărţi, monografii, disertaţii. Recenzorii se aleg de către redacţie dintre persoanele competente în domeniul respectiv şi care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă şi să permită îmbunătăţiri la o nouă ediţie.

1.6. Norme şi standarde constituie o rubrică de prezentare a ultimelor ştiri privind redactarea şi apariţia de norme şi standarde în ţară şi străinătate (norme internaţionale).

1.7. Cronica serveşte la anunţarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul respectiv : congrese, conferinţe, aniversări, comemorări etc.

2. Partea documentară a revistei este mult amplificată faţă de trecut, avînd în vedere nevoia actuală de a promova şi îmbunătăţi documentaţia tehnico-ştiinţifică în masa inginerilor şi tehnicienilor.

2.1. Sumarele sînt redactate în patru limbi, sub formă de fişe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificaţie zecimală şi referinţe bibliografice normale (denumirea şi numărul revistei se repetă pe fiecare fişă). Dispuse pe fanioane care se detaşează la scoaterea broşelor fiecărui număr), ele sînt destinate a fi decupate şi ordonate în fişiere bibliografice individuale.

2.2. Titlurile unor articole recente din periodicele din ţară şi străinătate care pot prezenta interes pentru inginerii sau tehnicienii noştri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v 1.4).

3. Inseratele sînt :

3.1. Anunţuri de evenimente şi apeluri către cititori sau autori.

3.2. Reclame şi prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi din ţară şi străinătate.

Condiţiile pentru înserarea de anunţuri şi reclame se comunică de către redacţie celor interesaţi.

Redacţia speră ca prin aceste măsuri să fi acţionat în interesul cititorilor şi îşi propune ca obiectiv să facă revista cît mai utilă şi mai interesantă.

SUMAR

1. CZ 06 COLECTIVITĂȚI, CONGRESE, ȘTIRI

1. 1. *Pentru realizarea măreților sarcini trasate de partid și guvern în perioada 1961—1965*

1, 1—2

CZ 621.3 : 05 (498)

1. 2. *Tematica revistei „Electrotehnica"*

1, 3—4

1. 3. *O aniversare glorioasă*

5, 145—149

1. 4. *Angajamente și realizări în întrecerea socialistă : contribuții la introducerea tehnicii noi în industria electrotehnică* (Ciofu V.)

5, 172—175

CZ 621.3 : 518.5

1. 5. *Simpozionul „Mijloace auxiliare de calcul folosite în industria energetică și electrotehnică"* (Cronică)

10, 375

CZ 061.3 : 621.3 (100)

1. 6. *Comisia Electrotehnică Internațională* (CEI). *Reuniunea generală anuală de la New Delhi din 30 oct.—12 nov. 1960 a Comisiei Electrotehnice Internaționale* (Cronică : Rădulеț R.)

6, 185—190

CZ 061.3 : 621.3 (100)

1. 7. *Reuniunea de la Interlaken a Comisiei Electrotehnice Internaționale, 18—30.VI.1961* (Cronică : Rădulеț R.)

10, 341—346

CZ 061.4 : 62 (43)

1. 8. *Târgul de la Leipzig, 5—14 martie 1961* (Cronică)

4, 144

CZ 53.08 : 531.5 (100)

1. 9. *Cea de-a XI-a conferință generală de măsuri și greutăți Paris, oct. 1960* (Cronică)

3, 107

CZ 061.3 : 62 (498)

1. 10. *A VI-a sesiune de comunicări științifice a cadrelor didactice de la Institutul politehnic din București* (Cronică : Carabulea A.)

2, 70—71

CZ 061.6 : 620.9 (498)

1. 11. *Sesiunea științifică a Institutului de energetică al Academiei R.P.R.* (Cronică : Avramescu A.)

5, 180—181

CZ 621.312 (498)

1. 12. *Știri din întreprinderi*

10, 376

CZ 061.3 : 53+62 (498)

1. 13. *Cursurile de știință și tehnică, semestrul II/1961* (Cronică)

6, 219

CZ 061.3 : 621.319.98 (47)

1.14. *Conferințe ținute de oameni de știință sovietici* (Cronică)

4, 144

CZ 061.3 : 621.316.519

1.15. *Problemele tehnicii întreruperii și protecției* (Cronică)

9, 339—340

CZ 02 : 5+6

1.16. Avramescu A., Cîndea V. : *Introducere în documentarea științifică* (Recenzie)

5, 176

1.17. *Academician I. S. Gheorghiu la 75 ani* (Cronică : N. I. Bichir)

5, 182—183

1.18. *Vizita în țară a inginerului George Constantinescu* (Cronică : Avramescu A.)

12, 454

2. CZ 51 : 621.3 MATEMATICI APLICATE ÎN ELECTROTEHNICĂ

CZ 517.512.3

2. 1. *Einführung in die Theorie und Anwendung der Laplace-Transformation* [Introducere în teoria și aplicarea transformatei Laplace] (Recenzie : Avramescu A.)

3, 111—112

CZ 621—52 : 517

2. 2. Vazaca Cr. : *Analiza și sinteza sistemelor automate liniare* (Recenzie : Avramescu A.)

12, 449—450

CZ 681.14 : 621.316.11

2. 3. Groza L., Bogan M., Ungureanu B. : *Folosirea mașinilor electronice cifrice de calcul la rezolvarea problemelor de rețele electrice*

10, 358—366

3. CZ 537/538 ELECTROMAGNETISM

CZ 537.525.72 : 621.3.015.33

3. 1. Dragu Gh. : *Procedeul de măsurare a vitezei de formare a figurilor klidonografice*

3, 77—85

CZ 538.53 : 621.313.3

3. 2. Marinescu M. : *Histereza electromecanică — un nou proces de transformare a energiei electrice în lucru mecanic. Aplicații la realizarea unor noi tipuri de motoare electrice*

6, 191—200

CZ 538.632 : 621.3.08.78

3. 3. Fränkel D. : *Despre o compensare a neechipotențialității contactelor Hall* (Notă)

11, 407

CZ 538

3. 4. *Referate* : **2**, **5**, **8**, **10** (12)

4. **CZ 621.3 ELECTROTEHNICA**

CZ 621.3 : 061.3 (100)

4. 1. Răduleţ R.: *Comisia Electrotehnică Internaţională (CEI). Reuniunea generală anuală de la New Delhi din 30 oct.—12 nov. 1960 a Comisiei Electrotehnice Internaţionale*

6, 185—190

CZ 621.3 : 062.3 (100)

4. 2. Răduleţ R.: *Reuniunea de la Interlaken a Comisiei Electrotehnice Internaţionale, 18—30 VI.1961*

10, 341—346

CZ 621.3.064.3

4. 3. Hortopan Gh., Marinescu I.: *O staţie de încercări directe în reţeaua de înaltă tensiune*

10, 346—350

CZ 621.3.064.3 : 621.316.5.7.027.25

4. 4. Pesici M., Barbu I.: *Capacitatea de încercare a staţiei de joasă tensiune a ICET*

11, 386—395

CZ 621.3 (021)

4. 5. *Manualul inginerului electrician*. Editura tehnică, Bucureşti (Recenzie: Dănilă M.)

1, 35—36

CZ 621.3

4. 6. *Referate*: **5**, **6**, **10**, **11**, **12** (20)

5. **CZ 621.311 CENTRALE ELECTRICE**

CZ 621.311.061.3.CIGRE „1960"

5. 1. * * *: *Lucrările celei de-a 18-a sesiuni a Conferinţei internaţionale a marilor reţele electrice (Paris, iunie 1960)*

7, 244—246

Lucrările Grupelor Electrotehnice, 247

CZ 621.313.32

Grupa 11. *Generatoare*, 248—249

CZ 621.314.2

Grupa 12. *Transformatoare*, 249—251

CZ 621.316.57

Grupa 13. *Întreruptoare*, 251—253

CZ 621.315.2

Grupa 21. *Cabluri*, 253—254

CZ 621.316.62

Grupa 25. *Izolatoare*, 254—255

6. **CZ 621.312 INDUSTRIA ELECTROTEHNICĂ**

CZ 621.312 : 658.5 (498)

6. 1. Lăzăroiu F.: *Perspectivele tehnologiei de fabricaţie în industria electrotehnică din R.P.R. în lumina hotărîrilor Congresului al III-lea al P.M.R.*

1, 5—15

CZ 621.312 (498.11)

6. 2. Greceanu E. Al.: *Întreprinderea „Electrotehnica", o creaţie a regimului democrat-popular*

5, 150—151

CZ 621.312 : 621.396.6.002.3

6. 3. Lăzăroiu F.: *Tehnologia circuitelor imprimate şi utilizarea lor în industria electrotehnică*

2, 37—49

CZ 621.312

6. 4. *Referate*: **2**, **3**, **4**, **5**, **6**, **7**, **11**, **12** (41)

7. **CZ 621.313 MAŞINI ELECTRICE**

CZ 621.313.045.13 : 621.312.002.2

7. 1. Lăzăroiu F.: *Maşini electrice cu înfăşurările realizate pe baza circuitelor imprimate*

6, 201—213

CZ 621.313.2.047.24

7. 2. Cotta Al.: *Calculul dimensiunilor solzilor de micanită în fabricaţia conurilor izolante pentru colectoarele maşinilor electrice rotative*

5, 157—160

CZ 621.313.32.045.7 : 621.3.017.7

7. 3. Nicolaide A.: *Dispersia diferenţială a coliviilor de amortizare a maşinilor sincrone*

12, 417—423

CZ 621.313.33.017.6

7. 4. Nedelcu V.: *Pierderi suplimentare în sarcină în maşinile asincrone*

12, 423—432

CZ 621.313.333.042.2

7. 5. Pop P., Rusandru R.: *O nouă tehnologie de impachetare a statoarelor motoarelor asincrone*

8, 269—272

CZ 621.313.333.2 : 621.312.001.14

7. 6. Berbereanu Alex.: *Probleme de proiectare în elaborarea noii serii unitare de motoare electrice asincrone*

7, 228—236

CZ 621.313.333.2.002.2

7. 7. Rabinovici D.: *Probleme tehnologice ale noii serii de motoare asincrone în scurtcircuit din gabaritele 8—9*

8, 288—295

CZ 621.313.84 : 629.118.3

7. 8. Bichir I. N.: *Microgenerator cu magneţi permanenţi şi tensiune stabilă*

8, 282—288

CZ 621.313.322.011.3

7. 9. Potolea E.: *O metodă pentru determinarea simultană a reactanţelor sincrone ale maşinilor cu poli aparenţi* (Notă)

3, 102—106

CZ 621.313.32

7.10. Gheorghiu I. S.: *Maşini electrice*, vol. III. *Maşina sincronă* (Recenzie: Bunea V.)

12, 448—449

CZ 621.313

7. 11. *Referate*: **1**, **2**, **5**, **6**, **7**, **8**, **9**, **11**, **12** (41)

8. **CZ 621.314.2 TRANSFORMATOARE**

CZ 621.314.2.001.4

8. 1. Grosu St., Togui D.: *Principii noi de proiectare şi construcţie la transformatoarele de mare putere fabricate în R.P.R.*

5, 152—156

CZ 621.314.2.001.57

8. 2. Hortopan Gh.: *Modelele geometric şi electromagnetic ale transformatoarelor*

11, 381—386

CZ 621.314.2.012.8.045.53

8. 3. Antoniu S. I.: *Circuitul echivalent al transformatorului cu trei bobinaje*

7, 221–227

CZ 621.314.2.015.1.001.57

8. 4. Hortopan Gh.: *Modelarea transformatoarelor în scopul determinării repartiţiei la tensiunea de impuls*

8, 261–269

CZ 621.314.223 : 621.316.722

8. 5. Grosu Şt.: *Consideraţii cu privire la funcţionarea şi construcţia autotransformatoarelor de mare putere pentru reglarea tensiunii în reţelele de transport de energie*

4, 118–123

CZ 621.314.223.001.57

8. 6. Hortopan Gh., Vascan T.: *Practica modelării transformatoarelor*

12, 432–439

CZ 621.314

8. 7. *Referate*: **5**, **6**, **7**, **8**, **10**, **12** (23)

9. **CZ 621.316 DISTRIBUŢIA ŞI REGLAJUL ENERGIEI ELECTRICE**

CZ 621.316.11.016.35 : 537.315.6

9. 1. Dimo P.: *Principiul suprapunerii efectelor aplicat nodurilor unei reţele complexe, cale generală şi unitară de analiză a sistemelor electroenergetice*

4, 113–117

CZ 621.316.5 : 621.87

9. 2. Huhulescu M.: *Aparate noi pentru macarale electrice*

1, 25–34

CZ 1.314.2.025.1 : 621.316.5.015.4

9. 3. Corlăţeanu V., Saviuc V.: *Regimurile tranzitorii la conectarea şi deconectarea transformatoarelor monofazate*

1, 15–25

CZ 621.316.5.066.6

9. 4. Fugaru C., Barbu I.: *Tehnologia contactelor sinterizate folosite la aparatajul de joasă tensiune*

10, 367–371

CZ 621.316.5.066.6.002.3

9. 5. Fugaru C., Barbu I.: *Tehnologia contactelor electrice placate*

2, 50–58

CZ 621.316.53.004.6

9. 6. Engher E., Darie R.: *Contactoare cu rezistenţă mărită la uzură*

8, 273–280

CZ 621.316.544.1.001.4 : 621.316.57.004.6

9. 7. Barbu I.: *Dispozitive şi aparate pentru încercarea la uzură a contactelor şi aparatelor de comutaţie*

4, 130–136

CZ 621.316.57.027.8.002.2

9. 8. Stanciu V., Balázs M.: *Probleme actuale ale construcţiei şi fabricaţiei întreruptoarelor de înaltă tensiune în ţara noastră*

11, 401–406

CZ 621.316.57.067.1

9. 9. Máthé S., Máthé B.: *Calculul, construcţia şi experimentarea dispozitivelor de acţionare pneumatică a întreruptoarelor*

2, 58–64

CZ 621.316.718.1–526 : 621.34 : 621.313.2

9.10. Damsker D., Fleischer R., Weinrich G.: *Calculul acţionărilor reversibile cu motor de curent continuu şi reglare automată*

5, 165–171

CZ 621.316.923.1.001.6

9.11. Predoiu A.: *Aspecte ale evoluţiei construcţiei siguranţelor fuzibile de joasă tensiune şi tendinţe noi*

12, 439–446

CZ 621.316.925.44

9.12. Huhulescu M.: *Eficacitatea protecţiei prin relee bimetalice*

7, 236–244

CZ 621.316

9.13. Dimo P.: *Timpul de lansare a unei reţele. Caracteristici şi posibilităţi de determinare* (Recenzie)

5, 176

CZ 621.316

9.14. *Referate*: **4**, **5**, **8**, **9**, **10** (14)

10. **CZ 621.317 TEHNICA MĂSURĂRILOR ELECTRICE. APARATE DE MĂSURĂ**

CZ 621.317.333.82.001.24

10. 1. Popa B.: *Contribuţii privind calculul şi exploatarea instalaţiilor de impuls*

4, 136–140

CZ 621.317.383 : 538.632

10. 2. Şora C., Heler A.: *Determinarea puterilor mici pe baza efectului Hall*

5, 160–164

CZ 621.317.383 : 632 : 621.314.2

10. 3. Fränkel D., De Sabata I., Heler A., Lebovics E.: *Măsurarea puterii în secundarul transformatoarelor mari de sudură folosind efectul Hall în semiconductoare*

6, 213–216

CZ 621.317.7.085.4

10. 4. Ponner I.: *Asupra predeterminării scării aparatelor de măsură electromagnetice* (Notă)

2, 68–70

CZ 621.317.734 : 621.3.028.2

10. 5. Popov V. S.: *Utilizarea rezistenţelor cu încălzire indirectă în tehnica măsurărilor electrice*

11, 395–400

CZ 621.317

10. 6. *Referate*: **3**, **4**, **5**, **6**, **8**, **9**, **10**, **11**, **12** (45)

11. **CZ 621.318 APLICAŢII INDUSTRIALE ALE MAGNETISMULUI ŞI MAGNEŢILOR**

CZ 621.318.22 : 538.246.2

11. 1. Fugaru C., Ivaşcu V.: *Realizarea de magneţi oxidici pe bază de ferită de bariu şi plumb*

4, 124–129

CZ 621.318.823.5

11. 2. Marinescu M.: *Lucrul mecanic percutant maxim şi valoarea sa la maşini cu acţiune percutantă* (Recenzie)

5, 176–177

12. **CZ 621.32 LĂMPI ELECTRICE**

CZ 628.94 : 621.327.32

12. 1. Papagheorghe N., Macrin Gh.: *Corpuri de iluminat pentru lămpi fluorescente tubulare*

9, 324–333

CZ 621.327.42 : 628.972.3

12. 2. Cividjian Gr., Puşcaşu S., Wolf M.: *Calculul iluminărilor produse de izvoare liniare cu tuburi fluorescente*

9, 311–316

CZ 621.327.42+621.327.32

12. 3. Macrin Gh.: *Lămpile cu descărcări în gaze şi vapori de mercur, folosite în iluminatul general*

9, 316–324

CZ 621.327.42 : 535.371

12. 4. Avramescu A., Macrin Gh.: *Surse moderne de lumină, fenomenele fizice din lămpile fluorescente*

9, 301–310

CZ 628.972 : 66/69

12. 5. Puşcaşu S.: *Consideraţii asupra alegerii tipului de izvor de lumină în halele industriale din industria construcţiilor de maşini*

9, 333–337

CZ 683.853 : 535.87

12. 6. Rădoi A.: *Cercetări cu privire la determinarea factorilor de reflexie regulată şi difuză la materiale folosite în tehnica iluminatului*

12, 446–448

CZ 621.327

12. 7. *Referate*: **4** (2)

13. **CZ 621.34 APLICAŢIILE MECANICE ALE ELECTRICITĂŢII**

CZ 621.34 : 621.316.718.5

13. 1. Damsker D., Weinrich G., Landau I. D., Brana C.: *Caracteristicile tehnice ale blocurilor de reglare automată cu tranzistoare pentru acţionări electrice*

3, 85–96

CZ 621.34 : 621.26

13. 2. Seracin E.: *Consideraţii asupra acţionării electrice a preselor mecanice cu volant* (Notă)

2, 64–68

14. **CZ 621.355 PILE ŞI ACUMULATOARE**

CZ 621.355.21 : 621.312 (498)

14. 1. Kaszoni F., Niţescu Gh.: *Unele probleme ale calităţii acumulatoarelor electrice de plumb*

3, 97–101

CZ 621.355

14. 2. *Referate*: **2**, **10** (2)

15. **CZ 621.372 DIPOLI. CIRCUITE OSCILANTE**

CZ 621.37.2.4 : 518.5

15. 1. Marinescu I., Tătaru N., Popov M.: *Folosirea calculatorului analogic la rezolvarea circuitelor cu trei şi patru acumulatoare de energie*

10, 351–357

INDEX ALFABETIC DE AUTORI

A

Antoniu S. I.: 8.3
Avramescu A.: 1.11, 1.16, 1.18, 2.1, 2.2, 12.4, 17.1

B

Barbu I.: 4.4, 9.4, 9.5, 9.7
Berbereanu Al.: 7.6
Bichir I. N.: 1.16, 7.8
Bogdan M.: 2.3
Brana C.: 13.1
Bunea V.: 7.10

C

Carabulea A.: 1.10
Cindea V.: 1.16
Ciofu V.: 1.4
Cividjian Gr.: 12.2
Corlăţeanu V.: 9.3
Cotta Al.: 7.2

D

Damsker D.: 9.10, 13.1
Dănilă M.: 4.5
Darie R.: 9.6
Dimo P.: 9.1, 9.13
Dragu Gh.: 3.1

E

Engher E.: 9.6

F

Fleischer R.: 9.10
Fränkel D.: 3.3, 10.3
Fugaru C.: 9.4, 9.5, 11.1

G

Gheorghiu I. S.: 1.17, 7.10
Greceanu E. Al.: 6.2
Grosu St.: 8.1, 8.5
Groza L.: 2.3

H

Heler A.: 10.2, 10.3
Hortopan Gh.: 4.3, 8.2, 8.4, 8.6
Huhulescu M.: 9.2, 9.12

I

Ivaşcu V.: 11.1

K

Kaszoni F.: 14.1

L

Landau I. D.: 13.1
Lăzăroiu F.: 6.1, 6.3, 7.1
Lebovics E.: 10.3

M

Macrin Gh.: 12.1, 12.3, 12.4
Marinescu I.: 4.3, 15.1
Marinescu M.: 3.2, 11.2
Máthé B.: 9.8, 9.9
Máthé S.: 9.9

N

Nedelcu V. : 7.4
Nicolaide A. : 7.3
Niţescu Gh. : 14.1

P

Papagheorghe H. : 12.1
Pesici M. : 4.4
Ponner I. : 10.4
Pop P. : 7.5
Popa B. : 10.1
Popov M. : 15.1
Popov V. S. : 10.5
Potolea E. : 7.9
Predoiu H. : 9.11
Puşcaşu S. : 12.2, 12.5

R

Rabinovici D. : 7.7
Rădoi, A. : 12.6
Răduleţ R. : 1.6, 1.7, 4.1, 4.2
Rusandru R. : 7.5

S

De Sabata I. : 10.3
Saviuc V. : 9.3
Seracin E. : 13.2
Sora C. : 10.2
Stanciu V. : 9.8

T

Tătaru N. : 15.1
Togui D. : 8.1

U

Ungureanu D. : 2.3

V

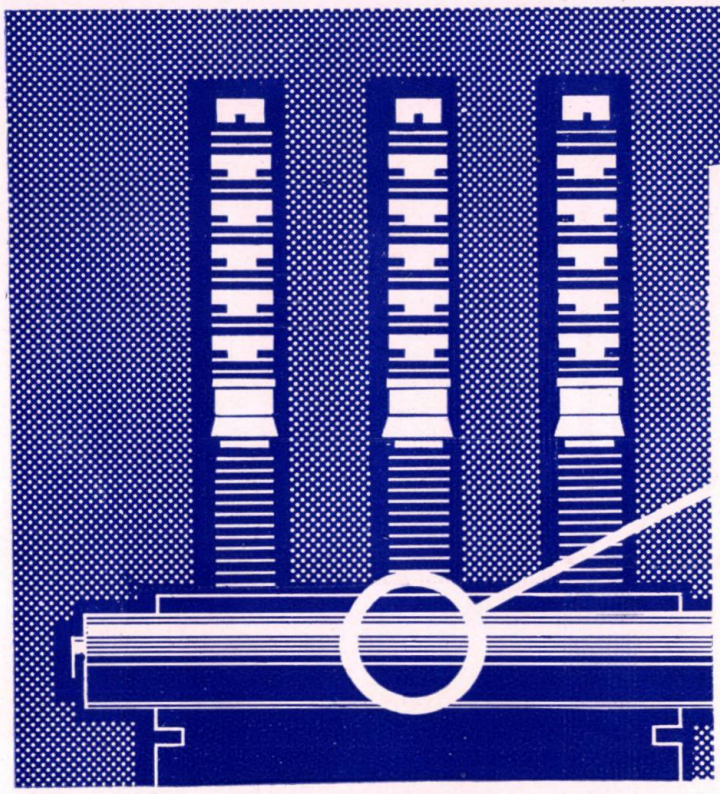
Vascan T. : 8.6
Vazaca Cr. : 2.2, 8.6

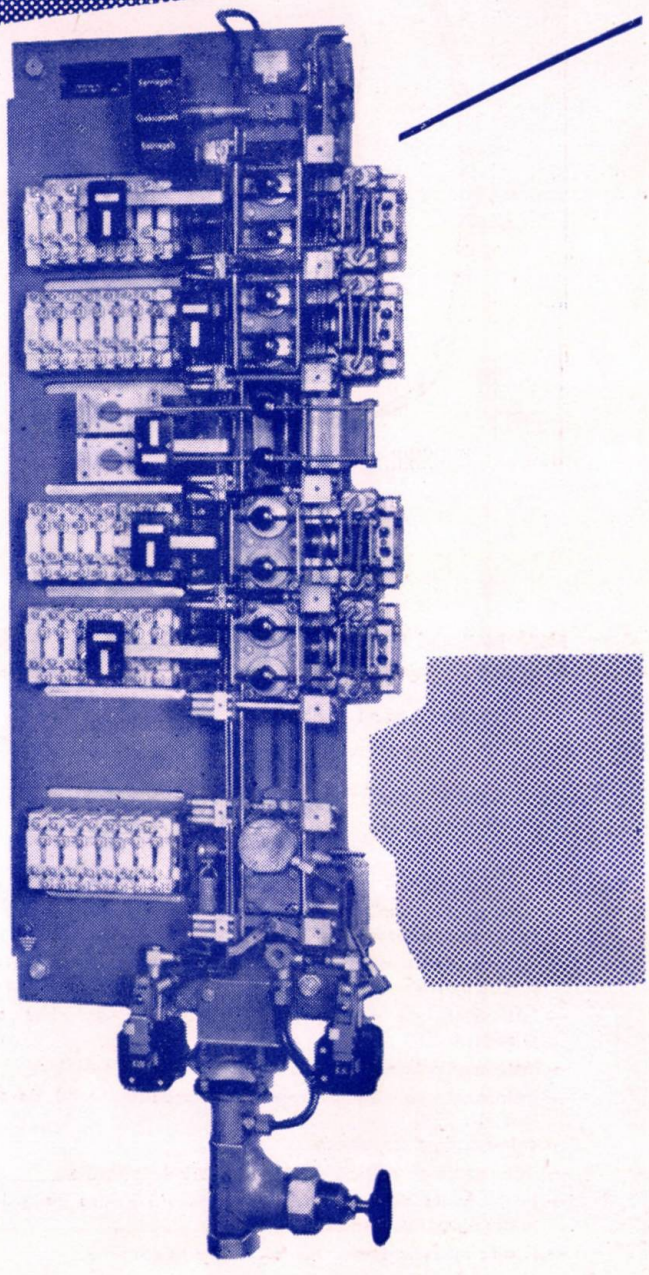
W

Weinrich G. : 9.10, 13.1
Wolf M. : 12.2

MŰSZAKI KÖNYVTÁR. ORSZÁGOS. 1863

ÎNTREPRINDEREA POLIGRAFICĂ Nr. 2, STR. BREZOIANU 23—25, BUCUREȘTI — C. 5159





APARAT DE COMANDĂ CU AER COMPRIMAT

cu indicarea poziţiei şi protecţie contra manevrărilor greşite pentru staţii de conexiune de înaltă tensiune

Tendinţa de a atinge o economie cît mai mare în producerea şi distribuirea energiei electrice conduce la unităţi de maşini pentru liniile de transport din ce în ce mai mari. Rezultă exigenţe crescînde privind siguranţa în exploatare a instalaţiilor de producere şi transport şi continuitatea distribuirii energiei.

Noi furnizăm aparate de comandă cu aer comprimat în următoarele variante:

- **pentru staţii cu întreruptoare cu expansiune pînă la seria 30 kV**
- **pentru staţii cu întreruptoare cu aer comprimat pînă la 30 kV**
- **pentru staţii de curent continuu cu întreruptoare rapide Gearapid**
- **pentru staţii cu întreruptoare cu circulaţie de ulei pînă la seria kV**
- **numai pentru comanda separatoarelor pînă la seria 22 kV**

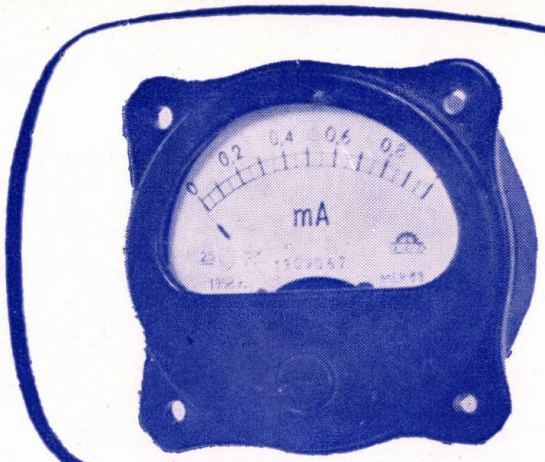
VEM

VEB STARKSTROM-ANLAGENBAU COTTBUS

COTTBUS, BRIEMANSTR. 2. — TELEEON: 6141 • DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

REPREZENTANŢA NOASTRĂ:

AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN REPUBLICA POPULARĂ ROMÎNĂ, SECŢIA COMERCIALĂ — BUCUREŞTI CALEA DOROBANŢILOR, 14



"Elektrim"

oferă un variat sortiment de instrumente electrice de măsură de tablou :

- **cu cadru mobil**
- **electromagnetice**
- **electrodinamice**
- **de inducţie**

de diferite construcţii, clase de precizie şi pentru diverse aplicaţii:

În acest domeniu ELEKTRIM exportă:

— instrumente de măsură pentru măsurarea intensităţii curentului continuu şi alternativ

— instrumente de măsură pentru măsurarea tensiunilor continui şi alternative

— instrumente de măsură pentru măsurarea puterilor active şi reactive

— instrumente de măsură pentru măsurarea frecvenţelor

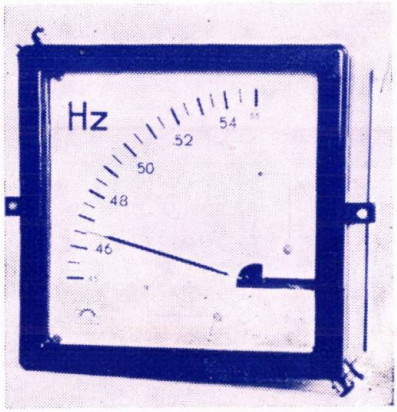
— instrumente de măsură pentru măsurarea factorului de putere (cos φ)

— coloane de sincronizare

— instrumente de măsură pentru tablouri de aparate

— echipamente pentru tablouri de măsură pentru înregistrarea tensiunilor şi curenţilor

— şi alte instrumente de măsură pentru tablouri



O documentare tehnică detailată şi oferte comerciale se trimit la cerere adresate direct la societatea noastră

SOCIETATE POLONEZĂ CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE ECHIPAMENT ELECTROTEHNIC

"Elektrim"

VARŞOVIA 2, CZACKIEGO 15/17, POLONIA
TELEGRAME: ELEKTRIM — WARSZAWA
TELEFON 6-62-71. TELEX: 10415 — CĂSUŢA POŞTALĂ: 254

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 1 ianuarie 1961

CUPRINS

Pentru realizarea măreţelor sarcini trasate de Partid şi Guvern în perioada 1961—1965

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 1—2

Tematica revistei „Electrotehnica"

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 3—4

CZ 621.312 : 658.5 (498)

Lăzăroiu, F. : **Perspectivele tehnologiei de fabricaţie în industria electrotehnică din R.P.R. în lumina hotărîrilor Congresului al III-lea al P.M.R.**

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 5—15

Se prezintă, în baza prevederilor de dezvoltare a industriei electrotehnice, stabilite prin Directivele Congresului al III-lea al P.M.R., liniile directoare ale perfecţionării tehnologiei şi modernizării fabricilor existente, de profil electrotehnic. Se insistă asupra liniilor tehnologice care urmează a fi puse în funcţiune în anii şesenalului şi se indică principalele domenii de tehnică nouă, ce urmează a fi abordate de industria electrotehnică.

CZ 1.314.2.025.1 : 621.316.5.015.4

Corlăţeanu, V., Saviuc, V. : **Regimurile tranzitorii la conectarea şi deconectarea transformatoarelor monofazate**

Electrotehnica **9** (1961) 1, 15—25

Se studiază cu ajutorul metodei liniarizării şi a metodii analitice fenomenele care au loc la conectarea în gol şi în sarcină a transformatoarelor de forţă monofazate. De asemenea se mai studiază oscilaţiile libere care au loc la deconectarea transformatoarelor cu sarcină capacitivă. Rezultatele acestor studii sînt utile la proiectarea şi exploatarea transformatoarelor.

CZ 621.316.5 : 621.87

Huhulescu, M. : **Aparate noi pentru macarale electrice**

Electrotehnica **9** (1961) 1, 25—34

Se prezintă evoluţia realizării de aparate electrice de protecţie, comandă şi semnalizare, în ţara noastră. Se indică soluţiile noi adoptate în fabricaţia de aparate cum şi construcţiile ce se impun a fi realizate pe viitor în scopul perfecţionării elementelor de comandă şi protecţie.

DOCUMENTARE, 34—35

RECENZII, 35—36

CONTENTS

Fulfilling the great tasks fixed by the party and government for the period 1961—1965

Electrotehnica **9** (1961) 1, 1—2

The thematics of the „Electrotehnica" review

Electrotehnica **9** (1961) 1, 3—4

DC 621.312 : 658.5 (498)

Lăzăroiu F. : **The prospects of the manufacturing technology in the electrical industry of the R.P.R. in the light of the resolutions adopted by the Third Congress of the Rumanian Workers'Party**

Electrotehnica **9** (1961) 1, 5—15

The principles aiming to improve the technology and to modernize the existing electro-technical factories are presented. This study is based on the provisions in the „Directives" of the Third Congress of the Rumanian Workers'Party, concerning the development of the electrical industry. One lays stress on the technological lines that are to be started during the six-year plan. The main fields of the new technics, opening before the electrical industry are also pointed out.

DC 621.314.2.025.1 : 621.316.5.015.4

Corlăţeanu V., Saviuc V. : **The transitory phenomena during connecting and disconnecting monophasic transformers.**

Electrotehnica **9** (1961) 1, 15—25

The phenomena occurring during load and no-load connecting of monophasic power transformers are studied, by means of both linear and analytical methods. The free oscillations taking place while disconnecting capacitive charges of transformers are also analysed. The results of these studies will be suitable for designing and operating the transformers.

DC 621.361.5 : 621.87

Huhulescu, M. : **New devices for electrical cranes**

Electrotehnica **9** (1961) 1, 25—34

The development is described of the Rumanian-built safety, control and signalling devices. The new solutions adopted in the field of gear manufacture are described as well as the constructions that are to be carried out in future for the purpose of improving the control and signalling elements.

DOCUMENTATION, 34—35

REVIEWS, 35—36

СОДЕРЖАНИЕ

Для осуществления величественных заданий, предусмотренных партией и правительством на 1961 — 1965 годы

Electrotehnica, **9** (1960) 1, 1–2

Тематика электротехнического журнала

Electrotehnica, **9** (1960) 1, 3–4

ДК 621.312 : 658.5 (498)

Ф. Лэзэрою : **Перспективы технологии производства в электротехнической промышленности в свете решений III съезда РРП**

Electrotehnica, **9** (1960) 1, 5–15

Представлены основные направления усовершенствования технологии и модернизации существующих фабрик электротехнического профиля, лежащие в основе развития электротехнической промышленности, предусмотренного решениями III съезда РРП. Особое внимание уделяется технологическим линиям, которые будут даны в эксплуатации в годы шестилетки и указываются главные области новой техники, к разрешению которых приступит электротехническая промышленность.

ДК 621.314.2.025.1 : 621.316.5.5.015.4

В. Корлецяну, В. Савюк : **Переходные режимы при включении и выключении однофазных трансформаторов**

Electrotehnica, **9** (1960) 1, 15–25

При помощи аналитического метода и метода выпрямления изучаются явления, протекающие при включении вхолостую и под нагрузкой силовых однофазных трансформаторов. А также изучаются свободные колебания, которые имеют место при выключении трансформаторов с емкостной нагрузкой. Результаты этих трудов использованы при проектировании и эксплуатации трансформаторов.

ДК 621.316.5 : 621.87

М. Хухулеску : **Новые приборы для электрических кранов**

Electrotehnica, **9** (1960) 1, 25–34

Представлена эволюция реализации электрических приборов — защиты, управления, сигнализации, в Румынии. Указаны новые решения, принятые в производстве приборов, а также и сооружения, которые необходимо выполнить в будущем с целью улучшения элементов управления защиты.

ДОКУМЕНТАЦИЯ, 34–35

РЕЦЕНЗИИ, 35–36

SOMMAIRE

Pour la réalisation des grands objectifs établis par la parti el gouvernement pour la période 1961—1965

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 1—2

Thématique de la revue Electrotechnica.

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 3—4

CD 621.312 : 658.5 (498)

Lăzăroiu, F. : **Perspectives de la technologie de fabrication dans l'industrie électrotechnique de la R.P.R. à la lumière des résolutions du III-ème Congrès du Parti Ouvrier Roumain**

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 5—15

On présente, en se basant sur le développement futur de l'industrie électrotechnique, établi par les Directives du III-ème Congrès du P.O.R., les lignes directrices du perfectionnement de la technologie et de la modernisation des fabriques existentes et ayant un profil électrotechnique. On insiste sur les lignes technologiques qui doivent être mises en fonction pendant le plan sixennal et on indique les principaux domaines qui seront abordés par l'industrie électrotechnique pendant cette période.

CD 621.314.2.025.1 : 621.316.5.015.4

Corlăţeanu, V., Saviuc, V. : **Régimes transitoires qui succèdent à l'enclenchement et au déclenchement des transformateurs monophasés**

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 15—25

Les auteurs étudient à l'aide de la méthode de linéalisation et de la méthode analytique, les phénomènes qui ont lieu à l'enclenchement à vide et en charge des transformateurs de puissance monophasés. On étudie aussi les oscillations libres se produisant au déclenchement des transformateurs à charge capacitive. Les résultats de ces études sont très utiles à l'établissement des projets et à l'exploitation des transformateurs.

CD 621.316.5 : 621.87

Huhulescu, M. : **Appareils modernes pour grues à commande électrique**

Electrotehnica **9** (1961) 1, 25—35

On présente l'évolution de la construction d'appareils électriques de protection, de commande et de signalisation, dans notre pays. On indique les nouvelles solutions adoptées pour la fabrication d'appareils, ainsi que les constructions qui devront être réalisées à l'avenir, dans le but de perfectionner les éléments de commande et de protection.

DOCUMENTATION, 34—35

COMPTES-RENDUS, 35—36

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 9 nr. 1 București, ianuarie 1961

Pentru realizarea măreților sarcini trasate de Partid și Guvern în perioada 1961—1965

Anul 1961 începe sub auspiciile unor importante evenimente care evidențiază sau influențează activitatea inginerească în domeniul industriei energetice și electrotehnice.

Pe plan intern activitatea se îndreaptă cu elan spre aducerea la îndeplinire a sarcinilor măreți trasate în Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. și în hotărîrile plenarei C.C. al P.M.R. din 31 octombrie — 1 noiembrie 1960, în ceea ce privește dezvoltarea electrificării și a industriei electrotehnice în anul 1961 și în perioada 1960—1965. Într-adevăr, cifrele de control arată că producția de energie electrică va crește într-un ritm mai rapid decît ansamblul industriei, astfel încît să satisfacă necesitățile tuturor ramurilor economiei, să asigure introducerea și dezvoltarea tehnicii noi, prin electrificarea, mecanizarea și automatizarea proceselor de producție.

Față de ritmul de dezvoltare considerat normal al creșterii producției de energie electrică, anume dublarea în zece ani, în proiectul de Directive se prevede că „în 1965 producția de energie electrică va fi de circa 18,5 miliarde kWh, de 2,7 ori mai mare decît în 1959". Un calcul simplu arată că acest ritm corespunde la dublarea producției de energie electrică în numai patru ani și trei luni, un ritm ce nici nu se poate închipui în condițiile orînduirii capitaliste și care va ului pe de-a dreptul pe specialiștii din acele țări.

În expunerea la plenara din noiembrie 1960, tovarășul Gheorghe Gheorghiu-Dej a precizat că producția de energie electrică va fi în anul 1961 de 8,8 miliarde kWh, puterea instalată în centrale electrice crescînd cu 250 MW. Se vor pune în funcțiune 1 700 km rețele de înaltă tensiune și se vor construi primele linii de 220 kV. Această creștere, cu totul excepțională a producției de energie electrică implică bineînțeles o dezvoltare corespunzătoare a instalațiilor și echipamentului electric din centrale, rețele, stații, din întreprinderi și gospodării.

Sarcina principală a industriei constructoare de mașini este însușirea în fabricație a unor noi mașini și utilaje, lărgirea sortimentelor și ridicarea nivelului tehnic, îmbunătățirea calității produselor pînă la atingerea nivelului celor mai perfecționate produse de pe piața mondială.

În 1961 se prevede o „profilare mai strictă a întreprinderilor electrotehnice, pe linia specializării și cooperării. Va trebui să realizăm cu toată hotărîrea o cotitură în ceea ce privește îmbunătățirea tehnologiei de fabricație și a calității realizîndu-se produse de înalt nivel tehnic și cu aspect industrial".

În Directivele Congresului al III-lea al P.M.R se prevede o dezvoltare a producției industriei electrotehnice, corespunzătoare cerințelor de electrificare în continuare a industriei și a celorlalte ramuri ale economiei naționale, cum și pentru acoperirea cerințelor crescînde de aparate electrotehnice de uz casnic".

Se va lărgi gama de electromotoare de curent continuu pentru tracțiune și se vor însuși noi tipuri de motoare.

Se va lărgi sortimentul aparatajului de înaltă și joasă tensiune și al instrumentelor de măsurat, îmbunătățindu-se totodată calitatea lor; se va acorda o atenție deosebită producției de elemente de automatizare. Se va construi o fabrică de piese radio și semiconductoare. Se va însuși producția de elemente cu semiconductoare și se vor produce noi tipuri de aparate de radio, aparate de televiziune, echipamente electrotehnice industriale etc.; se va dezvolta producțuia de echipament telefonic.

Producția de conductoare și cabluri electrice va crește în 1965 de peste 2,5 ori față de 1959, din care producția de cabluri de forță de circa patru ori.

Producția de bunuri metalice și electrotehnice de larg consum va fi în 1965 de circa trei ori mai mare decît în 1959.

Acestea sînt obiectivele principale care privesc industria electrotehnică în general. Este oportun a se analiza ce prevăd Directivele privitor la mijloacele și metodele ce urmează a se utiliza în vederea realizării acestor obiective.

Baza solidă care asigură acest ritm nemaipomenit de creștere a producției industriale îl reprezintă progresul tehnicii și al cercetărilor științifice. În acest sens se precizează:

„O condiție principală pentru îndeplinirea cu succes a planului economic pe anii 1960—1965 este introducerea tehnicii celei mai noi în toate ramurile economiei naționale. Se va acorda o deosebită atenție mecanizării și automatizării complexe a producției, proceselor tehnologice avansate, specializării și cooperării în industrie, introducerii în producție a realizărilor științei și tehnicii moderne".

Mai departe, „cercetarea științifică este chemată să dea o contribuție importantă la introducerea tehnicii noi și la soluționarea problemelor tehnico-economice pe care le ridică dezvoltarea economiei naționale".

În domeniul științelor tehnice, se specifică în hotărîri, că institutele de cercetări vor continua și încheia cercetările pentru modernizarea proceselor tehnologice, perfecționarea mașinilor fabricate în țară, introducerea și extinderea automatizărilor industriale.

Îndustria construcțiilor de mașini se va dota cu mașini automate cu operații multiple (cu program), mașini de copiat electronice, linii automate și semiautomate pentru fabricarea de elemente tipizate de mașini și piese de mare serie.

„Se vor introduce mașini electronice de calcul și alte sisteme de programare electronică, pentru automatizarea complexă a unor procese de producție și a unor lucrări de calcule economice și statistice".

Hotărîrile trasează astfel sarcini concrete institutelor de cercetări științifice, dar prevede și întărirea sectorului „de studii, cercetări și proiectări al industriei constructoare de mașini în unități centrale și mai ales în întreprinderi".

Metoda tehnico-economică cea mai sigură pentru mărirea producției materiale rămîne creșterea productivității muncii, îmbunătățirea continuă a calității produselor și reducerea prețului de cost. Hotărîrile prevăd în acest sens că „în următorii șase ani productivitatea muncii pe salariat, pe ansamblul industriei va crește cu circa 60—65%, ca urmare a introducerii tehnicii noi, folosirii mai bune a tehnicii existente, adîncirii specializării producției și lărgirii cooperării întreprinderilor, extinderii pe scară largă a metodelor de muncă avansate și ridicării calificării cadrelor, îmbunătățirii continue a organizării muncii și ridicării pe o treaptă mai înaltă a întrecerii socialiste".

În vederea adaptării activității revistei la sprijinirea efectivă a efortului depus de inginerii și tehnicienii din producție spre realizarea sarcinilor ce le stau în față, Comitetul de Redacție a luat — sub îndrumarea forurilor tutelare — o serie de măsuri tehnico-organizatorice. S-a restructurat și lărgit tematica revistei, care se publică în acest număr; s-a completat comitetul de redacție și s-a planificat activitatea sa pe anul 1961. Se va întocmi un fișier documentar la secretariat, care va permite depistarea materialelor publicate în revista noastră și în alte reviste similare.

Fiecare muncitor, tehnician și inginer din industria electrotehnică și electroenergetică trebuie să-și consacre toată priceperea și toată puterea de muncă spre a contrbibui din răsputeri la realizarea acestor sarcini spre binele poporului și patriei noastre scumpe, Republica Populară Romînă.

Tematica revistei „Electrotehnica"

CZ 621.3 : 05 (498)

Ultima ediţie a tematicii revistei publicată în nr. 1/1959, a fost bazată pe Hotărîrile plenarei C.C. al P.M.R. din 26—28 noiembrie 1958,, privitoare la dezvoltarea industriei noastre. Ea a mai fost completată (v. editorialul din nr. 1/1960) pe baza Hotărîrilor plenarei C.C. al P.M.R. din 3—5 decembrie 1959.

Evenimentele de o istorică importanţă pentru dezvoltarea întregii ţări în următorii 15 ani, în special Congresul al III-lea al P.M.R. şi plenarele C.C. al P.M.R. care l-au premers au pus în evidenţă noi directive şi sarcini importante pentru industria constructoare de maşini şi sectorul industriei electrotehnice. Ca urmare Comitetul de redacţie a reexaminat şi restructurat tematica pentru a ţine seamă de rezoluţia Congresului al III-lea al P.M.R., cît şi de Directivele aprobate la Congres, în ce priveşte obiectivele de atins, metodele de aplicat şi ritmul rapid de dezvoltare care se prevede în următorul cincinal şi în perspectivă. De asemenea, a trebuit să se ţină seamă de importanta hotărîre a paridului şi guvernului, privind introducerea tehnicii noi şi ridicarea calificării cadrelor tehnice.

Tematica restructurată şi îmbunătăţită din aceste puncte de vedere a fost supusă unei examinări şi discuţii în şedinţa lărgită a Secţiei de Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central ASIT, din 27 septembrie 1960, sub conducerea tov. preşedinte conf. ing. N. Gheorghiu, adjunct al Ministrului Industriei Grele. Observaţiile ce s-au făcut cu această ocazie au fost preluerate şi introduse în tematica nouă, care se prezintă acum masei largi a cititorilor pentru a servi drept călăuză la pregătirea lucrărilor destinate a fi publicate în revistă în anul 1961.

1. ELECTROTEHNICA GENERALĂ

1.1. Structura materiei. Fenomenele energetice electrice şi magnetice ale atomului. Surse de particule neutre şi încărcate ca bază pentru utilizări electrotehnice ale energiei atomice.

1.2. Studiul unor efecte electrofizice (efect Hall, segnetto-electricitate), teoria magnetismului, teoria conductibilităţii electrice. Semiconductoare, izolatoare, cu aplicaţii importante în electrotehnica modernă.

1.3. Probleme de teoria electromagnetismului. Noi metode matematice folosite în electrotehnică. Calcul numeric, aproximaţii, extrapolări. Calcul grafic, nomograme. Maşini de calcul mecanice şi electronice. Studiul, calculul şi determinarea experimentală a cîmpurilor electromagnetice. Problemele energiei şi calculul efectelor ponderomotoare în cîmpurile electromagnetice. Probleme de efect pelicular şi curenţi turbionari. Curenţi continui în conductoare masive. Calculul circuitelor magnetice de curent continuu şi curent alternativ. Utilizări şi aplicaţii în proiectarea şi construcţia maşinilor şi instalaţiilor electrice.

1.4. Circuite electrice. Calculul circuitelor electrice liniare şi neliniare în regim permanent şi tranzitoriu, metode de analiză şi sinteză a reţelelor electrice, cu aplicaţii la reţele electroenergetice şi de telecomunicaţii.

1.5. Fenomene şi efecte electrotermice. (Efect Thomson, Peltier etc.) cu aplicaţii în electrotehnică.

1.6. Fenomene electrochimice. Electrocoroziune, pile noi (pila de combustiune), acumulatoare. Electroliza şi aplicaţiile ei (aluminiu, oxigen, clor).

1.7. Descărcări electrice în gaze. Efect corona, arc electric, luminiscenţă, egrete etc. Teoria şi funcţionarea tuburilor electronice moderne.

1.8. Mărimi şi unităţi electrotehnice. Sistemul Giorgi. Ecuaţii de mărimi.

1.9. Norme şi standarde. Simboluri, notaţii şi terminologie în electrotehnică.

1.10. Istoria electrotehnicii. Învăţămînt electrotehnic.

2. INDUSTRIA ELECTROTEHNICĂ

2.1. Posibilităţi şi măsuri tehnico-organizatorice de mărirea şi modernizarea producţiei industriei electrotehnice.

— Producţia de mare serie. Specializarea în producţie.

— Folosirea mai completă a capacităţii de producţie.

— Utilizarea raţională a maşinilor, a metalelor, a energiei electrice, a combustibilului şi a mîinii de lucru în procesul de producţie.

— Modernizarea utilajelor, maşinilor, agregatelor.

— Asimilarea şi producţia de noi maşini, utilaje şi instalaţii.

— Exploatarea raţională şi completă a maşinilor.

2.2. Lărgirea sortimentelor de produse electrotehnice pentru piaţa internă şi externă.

2.3. Problemele tehnologice pentru îmbunătăţirea calităţii şi modernizarea produselor electrotehnice.

— Satisfacerea condiţiilor din standardele de stat şi din normele internaţionale.

— Atingerea nivelului produselor străine optime la toate sortimentele prevăzute de export.

—Tropicalizarea produselor electrotehnice.

2.4. Propuneri pentru aplicarea fără întîrziere a micii mecanizări a proceselor de producţie care cer multă mînă de lucru.

2.5. Studii, propuneri şi rapoarte privind mecanizarea complexă a proceselor de producţie, inclusiv evaluarea investiţiilor minime, a economicităţii, a eficacităţii şi randamentului.

2.6. Aplicarea comenzilor la distanţă şi reglărilor automate în procesul tehnologic şi rezultate obţinute prin automatizări.

2.7. Descoperirea şi valorificarea rezervelor interne în întreprinderile industriei electrice. Aplicarea rezultatelor de cercetări şi a propunerilor de invenţii în producţie.

2.8. Încercarea şi omologarea produselor. Controlul de fabricaţie. Echiparea cu standuri de probă moderne. Introducerea metodelor statistice în controlul de fabricaţie.

3. MAŞINI ŞI TRANSFORMATOARE ELECTRICE

3.1. Studiul fenomenelor specifice ca supratensiuni de comutaţie, răcirea, comportarea la impulsuri de tensiune, stabilitate termică şi dinamică.

3.2. Probleme de construcţia maşinilor ca dimensionarea şi comportarea izolaţiei, reducerea dimensiunilor şi greutăţii specifice, tropicalizare, construcţii noi de maşini, înfăşurări cu aluminiu, micşorarea vibraţiilor şi a zgomotului.

3.3. Maşini speciale ca amplificatoare, regulatoare, grupuri speciale de acţionare, maşini alimentate prin redresoare.

3.4. Probleme de construcţia transformatoarelor (Metode noi de proiectare pe modele etc. Miezuri magnetice de construcţie specială, cu tole laminate la rece, izolaţii noi, înfăşurări noi, transformatoare de măsură cu izolaţie turnată, introducerea aluminiului, transformatoare uscate).

3.5. Încercarea maşinilor transformatoarelor. Determinarea caracteristicilor şi parametrilor prin încercări, încercarea la impuls, încercarea în curent continuu fără distrugerea izolaţiei, încercarea cu impulsuri repetate. Determinarea pragului de ionizare la încercarea de impuls.

3.6. Probleme de reglare ca : reglarea vitezei, cuplului, inversarea sensului de rotaţie a maşinilor, reglarea tensiunii la maşini şi transformatoare.

4. MATERIALE ELECTROTEHNICE

4.1. Materiale conductoare. Studii şi încercări privind aluminiul şi aliajele lui. Materiale pentru contacte electrice. Materiale noi pentru rezistenţe. Conductivitate electrică. Conductoare şi conducte, cabluri.

4.2. Semiconductoare. Structură, tehnologie, utilizare. Germaniul, siliciul, materiale semiconductoare noi în electrotehnică.

4.3. Materiale izolante (cu calităţi superioare, din ţară). Ceramice, plastice, presate, turnate, impregnate. Izolatoare (forme noi, armarea interioară etc.).

4.4. Materiale magnetice speciale, cu pierderi mici, cu proprietăţi magnetice speciale, pentru magneţi permanenţi, laminate la rece, sinterizate etc. Structură, tehnologie, utilizare. Ferite, tole laminate la rece.

4.5. Materiale electrochimice, pentru pile, acumulatoare, anticorosive etc.

5. APARATE ELECTRICE

5.1. Fenomene în aparate electrice. Amorsarea şi efectele scînteilor şi arcurilor. Arcul electric de întrerupere şi stingerea lui. Curentul post-arc. Tensiunea de restabilire. Frecvenţa proprie a reţelei. Efectele scurtcircuitului kilometric. Descărcări de conturnare.

5.2. Elementele aparatelor electrice. Contacte electrice (forme noi, rezistenţă la uzură). Camere de stingere a arcului (tipuri moderne; reducerea dimensiunilor). Electromagneţi (îmbunătăţirea performanţelor mecanice). Fire fuzibile (dimensionarea, răcirea lor).

5.3. Aparate de conectare. Separatoare de înaltă tensiune (tipuri noi, reducerea izolatoarelor). Intreruptoare de joasă tensiune (reducerea dimensiunilor). Contactoare (îmbunătăţirea performanţelor, mărirea frecvenţei de operare şi a duratei de viaţă). Comutatoare moderne (reducerea dimensiunilor). Întreruptoare automate (reducerea greutăţii neactive, mărirea puterii de rupere, evitarea reamorsării arcului, suspendarea întreruptoarelor de înaltă tensiune, metode de staţii de încercare a performanţelor).

5.4. Aparate de protecţie. Siguranţe fuzibile (mărirea capacităţii de rupere, caracteristici de materiale, performanţe). Eclatoare de protecţie (dimensionare, funcţionare la unde normale şi tăiate). Descărcătoare tubulare (performanţe şi construcţii moderne). Descărcătoare cu rezistenţă variabilă (mărirea capacităţii de descărcare şi a duratei de viaţă). Relee de protecţie (construcţii asimilabile, lărgirea plajei de funcţionare, a posibilităţilor de reglare, precizia în timp).

5.5. Elemente de circuit. Condensatoare (dimensionare, tipuri constructive). Condensatoare pentru îmbunătăţirea factorului de putere. Condensatoare de înaltă tensiune, pentru linii şi laboratoare. Bobine limitatoare de curent (construcţii moderne, reducerea greutăţii neactive, bobine din aluminiu).

6. METODE ŞI APARATE ELECTRICE DE MĂSURARE

6.1. Metode moderne de măsurare a mărimilor electrice şi magnetice. Măsurători de înaltă tensiune, măsurarea amplitudinii tensiunii şi curentului, divizoare de tensiune rezistente. Măsurarea capacităţii şi puterii de rupere. Aparate speciale pentru comanda măsurătorilor. Măsurători magnetice, de ciclu histerezis, de parametri magnetici.

6.2. Metode noi de măsurare electrică a mărimilor neelectrice. Oscilografierea proceselor vibratorii. Măsurarea electrică a temperaturii, debitelor, vitezelor. Măsurarea pe cale magnetică a grosimii păturilor superficiale pe metale magnetice.

6.3. Aparate moderne de măsurare. Transformatoare de măsură, aparte multiple, oscilografe, aparate de precizie etc.

6.4. Aparate pentru măsurarea la distanţă. Telemetru pentru distanţe mici şi mari. Instrumente teleînregistratoare.

6.5. Aparate şi dispozitive pentru măsurare cu impulsuri. Instalaţii de impuls de tensiune şi curent. Oscilografe pentru înregistrarea impulsurilor. Eclatoare, spinterometre, rezistenţe, condensatoare. Dispozitive de sincronizare, de întîrziere.

7. APLICAŢIILE INDUSTRIALE ALE ELECTROTEHNICII

7.1. Acţionări electrice. Aplicaţii moderne la linii de laminoare, maşini-unelte, maşini de excavare, de ridicare, poduri rulante. Acţionări electrice în industria de extracţie a ţiţeiului.

7.2. Electrificarea agriculturii. Maşini şi aparate electrice speciale (de măcinat, de sortat, de treierat, de arat). Pompe electrice (pompe submersibile, de mare debit etc.).

7.3. Tracţiunea electrică. Tramvaie, dispozitive moderne de comandă a motoarelor (demaroare, controlere moderne, electrocompresoare, frîna electromagnetică de şină). Troleibuze (dispunerea motoarelor, dispozitive de comandă, fire de cale şi trolee pentru viteze mari, macazuri şi încrucişări). Locomotive electrice (performanţe, curbe caracteristice de funcţionare, adaptarea echipamentului electric la scop), locomotive pentru 50 Hz în firul de cale (cu redresoare semiconductoare, cu ignitroane, transformatoare de fază etc.). Electrificarea căilor ferate, sistemul ales (curent continuu sau curent alternativ, dispunerea substaţiilor, repartizarea investiţiilor pe substaţii, linii şi locomotive) sistemul monofazat 20—25 kV, 50 Hz (performanţe, avantaje, puteri transmisibile, echilibrare). Instalaţii electrice pe vase (sistem izolaţie, surse, substaţii, panouri, semnalizări, conducte, aparataj de instalaţii speciale).

7.4. Iluminat. Mărirea productivităţii muncii prin iluminat raţional. Instalaţii industriale de iluminat (în mine, în fabrici, pe şantiere). Iluminatul public (pe străzi, pieţe, parcuri, pe terenuri de sport etc.). Iluminatul locuinţelor (proiectarea raţională a iluminatului, aparataj şi instalaţii moderne de iluminat casnic).

7.5. Electrocăldura. Metode moderne de încălzire electrică. Încălzirea prin curenţi de joasă şi înaltă frecvenţă (randament, durată, pătrundere, surse, dispozitive speciale). Cuptoare electrice (cu rezistenţă, cu arc, de diferite tipuri, performanţe, avantaje). Sudura electrică (metode, aparataj, surse speciale. randament). Sudura cap la cap şi prin ardere intermediară (de şine de tramvaie şi de cale ferată, de bandaje şi de alte piese masive). Maşini automate de sudură electrică (tipuri, performanţe, aplicaţii).

7.6. Electrochimie. Electrometalurgie. Instalaţii de electroliză (surse, conducte, conectări, exploatare, regimuri) de galvanotehnică (zincare, nichelare, fabricarea de bimetale). Fabricarea aluminiului (surse, randament). Furnale electrice (construcţie, randament, investiţii, economie, funcţionare etc.). Topire electrică a metalelor rare.

7.7. Aparate electrocasnice. Mărirea randamentului. Reducerea greutăţii. Fabricarea în masă. Condiţii de calitate. Încercări. Răcitoare, aparate de spălat, fiare de călcat, ventilatoare etc.

8. PROBLEME PROFESIONALE

8.1. Ridicarea nivelului tehnic, profesional, ştiinţific economic şi politic al tehnicienilor şi inginerilor.

8.2. Colaborarea între oamenii de ştiinţă, ingineri, tehnicieni şi muncitori, sprijinirea tehnicienilor în introducerea şi extinderea metodelor înaintate.

8.3. Din activitatea Asociaţiei. Manifestările cercurilor ASIT din întreprinderi, ale Filialelor şi ale organizaţiilor centrale. Consfătuiri, sesiuni ştiinţifice. Conferinţe, Congrese. Rezoluţii şi urmărirea lor. Difuzarea de acţiuni tehnico-economice în masele tehnicienilor şi inginerilor.

Perspectivele tehnologiei de fabricație în industria electrotehnică din R.P.R. în lumina hotărîrilor Congresului al III-lea al P.M.R.

Felician Lăzăroiu*—București

Avînd în vedere sarcinile prevăzute în hotărîrile Congresului al III-lea al P.M.R. o atenție deosebită trebuie să se acorde tehnologiei de fabricație a produselor electrotehnice, cu atît mai mult cu cît ea prezintă probleme particulare și complexe. Prin modernizarea liniilor de fabricație, introducerea fabricației în serie și a proceselor tehnologice moderne se mărește producția concomitent cu ridicarea productivității muncii și a reducerii prețului de cost. În acest sens se trec în revistă problemele și sarcinile ce stau în fața industriei noastre electrotehnice.

CZ 621.312 :658.5 (498)

Hotărîrile Congresului al III-lea al P.M.R. acordă un rol important industriei electrotehnice în opera de industrializare a țării [1]. Producția industriei electrotehnice va trebui să fie în 1965 de circa 2,5 ori mai mare decît în 1959, corespunzător cerințelor de electrificare în continuare a industriei și a celorlalte ramuri ale economiei naționale, precum și pentru acoperirea cerințelor crescînde de aparate electrotehnice de uz casnic.

Explicitarea nivelelor de producție la principalele produse electrotehnice indică o creștere de 2,4 ori la motoare electrice (de la 467 MW în 1959 la 1100 MW în 1965), de 1,8 ori la aparate de radio (de la 167 000 la 300 000 buc.), atingerea unui nivel de producție de 130 000 buc. televizoare și de 95 locomotive Diesel-electrice de 2100 CP în anul 1965. De asemenea, se prevede însușirea producției de noi piese de radio și de elemente cu semiconductoare pentru acoperirea cerințelor de automatizare a proceselor tehnologice în diferite ramuri ale economiei naționale, precum și pentru modernizarea produselor radiotehnice și renunțarea la importul de piese în acest domeniu.

Producția de conductoare și cabluri electrice va crește în 1965 de peste 2,5 ori față de 1959, din care producția de cabluri de forță de circa 4 ori. Producția de bunuri electrotehnice de larg consum va fi în 1965 de circa 3 ori mai mare decît în 1959. Această creștere a volumului de producție în ramura industriei electrotehnice se va realiza printr-o extindere considerabilă a fabricilor actuale și printr-o modernizare accentuată a construcției și tehnologiei produselor electrotehnice.

În Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. [2] se subliniază, ca o condiție principală pentru îndeplinirea cu succes a planului economic pe anii 1960—1965, introducerea tehnicii celei mai noi în toate ramurile economiei naționale și se cere să se acorde o „deosebită atenție mecanizării și automatizării complexe a producției, proceselor tehnologice avansate, specializării și cooperării în industrie, introducerii în producție a realizărilor științei și tehnicii moderne".

Hotărîrile Partidului și Guvernului, privind ridicarea nivelului tehnic al producției [3] indică drumul de urmat pentru perfecționarea tehnologică a fabricației electrotehnice din țara noastră. Ministerul Industriei Grele a elaborat planuri detaliate pentru creșterea și modernizarea producției în industria electrotehnică [4]. Un sortiment larg de mașini și aparate electrotehnice și electronice vor asigura echiparea liniilor automate din diferite domenii industriale, ca extracția și transportul petrolului și gazelor, producția unor mase plastice și a cauciucului sintetic, procesele tehnologice de filare, unele prelucrări mecanice, fabricația zahărului și uleiului etc.

A. Modernizarea echipamentelor electrotehnice — premisă a perfecționării tehnologiei fabricației

1. *Creșterea parametrilor limită* este impusă în special de dezvoltarea rapidă a industriei electroenergetice prin construirea de noi centrale electrice de mare putere și prin extinderea corespunzătoare a liniilor de transport, echipate cu aparatură de parametri din ce în ce mai ridicați. Pentru satisfacerea cerințelor industriei electroenergetice, încă în 1960 uzinele „Electroputere" au început livrarea primelor transformatoare de — 40 MVA, 110 kV, precum și autotransformatorul de 60 MVA, 110 kV [5]. În cursul anului 1961 va fi însușită fabricația autotransformatoarelor de 220 kV, care în următorii ani va trebui mult dezvoltată, atît ca volum de producție, cît și ca putere unitară.

În cursul anilor 1962—1963 producția actualelor întreruptoare automate de 110 kV va fi înlocuită prin însușirea în fabricație a unei serii moderne de întreruptoare automate de 110 și 220 kV cu aer comprimat, construite pe sistemul elementelor tipizate. Asimilarea cablurilor noi de 3×125 și 3×150 mm^2 la 6, 10 și 15 kV va permite extinderea transportului energiei electrice prin cabluri subterane.

Va crește gama de generatoare și puterea acestora (turbo- și hidroalternatoare).

2. *Reducerea gabaritelor și greutăților specifice ale produselor fabricate* reprezintă un indice

* Ing. *F. Lăzăroiu*, conferențiar la Institutul Politehnic-București este directorul uzinelor Electronica din București.

important al nivelului tehnic al produselor electrotehnice.

Modernizarea pe această cale a produselor existente este o resursă importantă de economii de metal. Seria nouă unitară de motoare de la 0,6 — 100 kW, a cărei punere în fabricație se efectuează în anii 1960—1961, aduce cu sine reduceri de greutăți specifice și de gabarit de ordinul 10 — 30% față de construcțiile anterioare. Rezerve asemănătoare există în unele construcții de aparataj de înaltă și joasă tensiune. Astfel, în construcțiile noi de întreruptoare automate, care vor fi fabricate de „Electroputere" în cursul anului 1961, greutatea pe MVA a întreruptoarelor de 15 kV se va reduce de la 0,5 la 0,4 kg, acest indice fiind susceptibil să se îmbunătățească pînă la circa. 0,3 kg.

3. *Ameliorarea parametrilor tehnico-economici de exploatare a produselor electrotehnice* trebuie să însoțească reducerea de greutate și gabarit a produselor electrotehnice. Astfel în realizarea noii serii de motoare de 0,6 — 100 kW, concomitent cu reducerea greutăților proprii, se vor realiza creșteri de randament și factor de putere mergînd pînă la 5 — 10% față de parametrii actuali. În noile tipuri de transformatoare, care se vor fabrica în anii 1961—1962, se urmărește să se realizeze reduceri de pierderi față de construcțiile actuale de ordinul 30%.

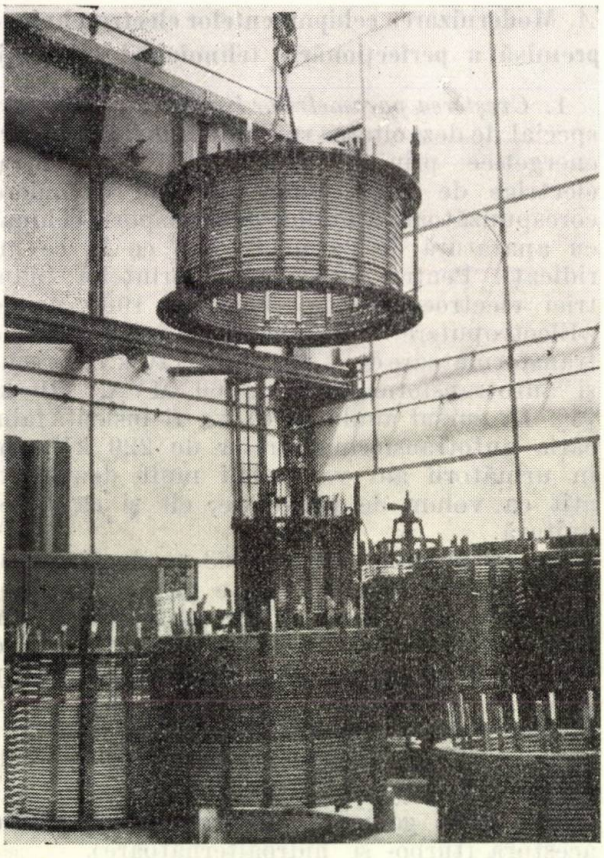


Fig. 1. Atelierul de bobinaj—transformatoare la uzinele „Electroputere".

Realizări importante vor trebui să fie obținute, în ceea ce privește prelungirea duratei de viață a diferitelor produse electrotehnice. Astfel, în construcțiile noi sau modernizate de aparataj de joasă tensiune [6] se vor realiza construcții cu durată de viață mult mărită față de performanțele actuale (mergînd pînă la 5—10 milioane de manevre). În construcția acumulatoarelor de plumb se termină în anul 1961 lucrările privind aducerea acumulatoarelor fabricate la nivelul celor mai bune acumulatoare străine în ceea ce privește durata de viață măsurată în cicluri și comportarea la șoc de curent. Se va asimila fabricația lămpilor cu mercur de înaltă presiune, iar producția de lămpi electrice cu incandescență va trebui să depășească parametrii indicați astăzi de STAS. În linii generale se resimte necesitatea revizuirii multor standarde de stat în sensul ameliorării parametrilor tehnico-economici de exploatare a produselor electrotehnice.

4. *Folosirea materialelor electrotehnice moderne*, în special a materialelor electroizolante și a materialelor magnetice noi reprezintă un factor necesar, hotărîtor și important pentru realizarea unor produse electrotehnice la nivelul tehnicii mondiale. În construcțiile noi de mașini electrice se va merge cu consecvență pe linia folosirii din ce în ce mai largă a claselor de izolație superioare. Încă în cursul anului 1961 conductoarele de bobinaj cu izolație de bumbac vor fi integral înlocuite cu conductoare emailate cu emailuri sintetice de clasă E în producția de motoare a întreprinderii „Electroprecizia", iar în producția fabricilor „Electromotor" și „Klement Gottwald" utilizarea acestora va deveni preponderentă. În cursul anului 1962 această înlocuire va fi integrală. Conductoarele emailate de clasă de izolație B au început să fie fabricate industrial și producția lor va fi în 1961 mult extinsă.

În construcția aparatajului de înaltă tensiune va trebui să se intensifice introducerea rășinilor de turnare, valorificîndu-se experiența cîștigată în anul 1960 la „Electroputere". În cursul anului 1961 va trebui să fie pusă la punct fabricația de serie a unor transformatoare de măsură izolate cu rășini de turnare. De asemenea, experiența pozitivă în această direcție va trebui să fie generalizată prin folosirea rășinilor de turnare în alte aparate de înaltă tensiune, în aparatele de joasă tensiune, în motoarele de tracțiune.

Pe folosirea de materiale de sinteză se bazează și progresul tehnic în industria de cabluri. Încă în anul 1960, prin punerea în funcțiune a noilor agregate de extrudere se face un important pas înainte în realizarea cablurilor și conductoarelor cu manta de masă plastică, iar în continuare din cauciuc butilic. Se vor fabrica izolatoarele necesare instalațiilor la 110 kV.

În construcția transformatoarelor de forță se prevede folosirea tablei silicioase laminate

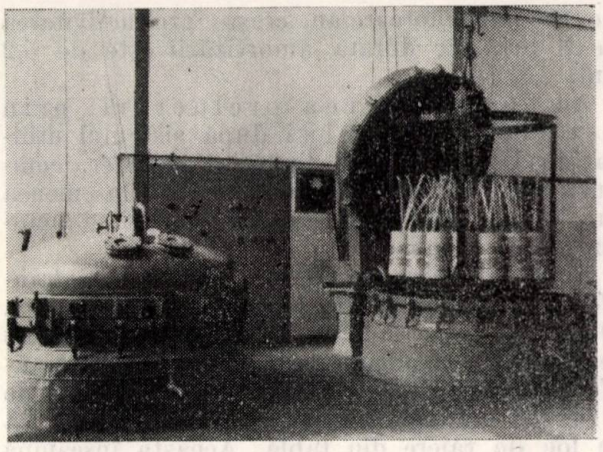


Fig. 2. Instalație modernă de impregnare la uzinele „Electroputere".

la rece, care va da o reducere de circa 35% a gabaritului și greutății proprii a transformatoarelor, precum și o reducere a pierderilor.

În radiotehnică, magneții ceramici izotropi vor fi înlocuiți cu magneți ceramici anizotropi, asimilarea producției cărora este în curs la uzinele „Electronica". Prin aceasta greutatea magnetului se va reduce cu 60% și se vor realiza economii de materiale în valoare de circa 2 milioane lei la nivelul producției anului 1961. Asemenea magneți se folosesc și la micromașinile electrice, utilizate la vehicule și electrovehicule (dinam de iluminat, magnetouri etc.).

Producția feritelor moi pentru miezurile bobinelor de radiofrecvență, asimilată de asemenea în uzinele „Electronica" a eliminat importul acestui material. În prezent se fac pregătirile tehnice pentru extinderea sortimentului de ferite moi prin asimilarea feritelor de antenă, feritelor pentru bobinele de unde ultrascurte, precum și a feritelor de memorizare necesare pentru mașinile electronice de calcul.

La uzinele „Electronica" se asimilează în prezent producția pieselor radio moderne și a semiconductoarelor cu germaniu, prevăzîndu-se pentru viitor și asimilarea siliciului, în colaborare cu ICET și ICECHIM.

B. Perspectivele tehnologiei de fabricație în industria electrotehnică

Creșterea accentuată a sarcinilor de producție în toate sectoarele industriei electrotehnice, modernizarea produselor fabricate și asimilarea unor produse noi la nivelul tehnicii mondiale, fac necesară, posibilă și justificată economic îndrumarea tehnologiei de fabricație în industria electrotehnică pe căile principale ale progresului tehnic — modernizarea, mecanizarea și automatizarea complexă a proceselor tehnologice. Ca urmare a Hotărîrilor Congresului al III-lea al P.M.R., în numeroase sectoare de producție din insdustria electrotehnică se vor crea și dezvolta condiții din ce în ce mai favorabile pentru intensificarea acțiunii de extindere a mecanizării și automatizării producției, pentru introducerea și extinderea pe scară largă a procedeelor tehnologice de înaltă productivitate cu flux continuu de producție, pentru asimilare de noi materiale, pentru îmbunătățirea calității produselor, pentru specializarea întreprinderilor și cooperarea între întreprinderi. Perfecționarea tehnologiei va asigura nu numai creșterea volumului de producție scontat și atingerea parametrilor înalți ai produselor electrotehnice, dar în același timp vor face posibile de realizat sarcinile privind creșterea productivității muncii în această ramură cu 75 — 80% și scăderii prețului de cost cu circa 35% în 1965 față de 1959, așa cum prevăd Directivele Congresului al III-lea al P.M.R.

1. *Extinderea mecanizărilor și automatizărilor în producție*

Extinderea mecanizărilor și automatizărilor în producție va trebui să marcheze un progres important în cursul anilor ce urmează. Studiile făcute [4] arată că în 1965 circa 45% din manopera de montaj va putea fi realizată cu operații de asamblare mecanizate prin benzi transportoare, benzi de lucru și conveiere, față de circa 10% în 1960. De asemenea, prin extinderea utilării proceselor tehnologice de masă și de serie mare cu linii de fabricație cu un nivel înalt de automatizare a producției se poate ajunge ca în 1965 circa 18% din volumul de producție al industriei electrotehnice să fie realizat pe astfel de linii, față de circa 2% în 1960. Pe baza studiilor incomplete făcute pînă în prezent se apreciază că în perioada 1960—1965, în industria electrotehnică se pot crea condiții pentru a pune în funcțiune peste 50 de noi linii tehnologice de fabricație în întreprinderile existente.

Măsurile menționate mai sus se referă în special la extinderea benzilor de lucru și conveierelor în fabricația aparatelor de radio și televiziune, a aparatajului de joasă tensiune, a

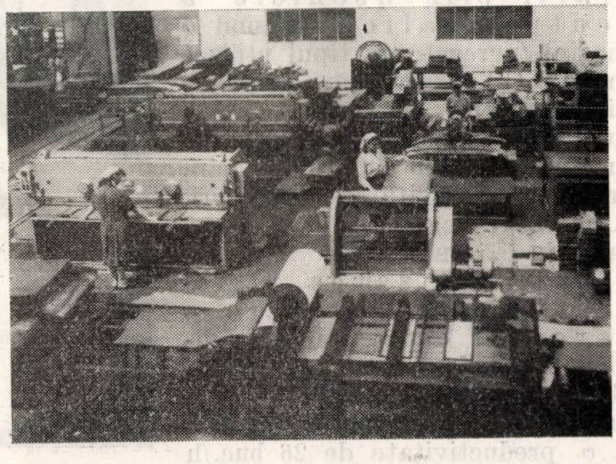


Fig. 3. Linie de debitare tole pentru transformatoare la uzinele „Electroputere".

motoarelor electrice produse în întreprinderile „Electroprecizie" și „Electromotor", a micromotoarelor, a acumulatoarelor cu plumb, a lămpilor electrice. În ceea ce privește introducerea pe scară din ce în ce mai largă a liniilor de fabricație cu nivel ridicat de automatizare, se are în vedere în prima etapă: automatizarea stanțării tolelor și prelucrării mecanice în fabricația motoarelor electrice de la „Electroprecizie", automatizarea fabricării miezurilor din tablă laminată la rece la „Electroputere", introducerea liniilor de fabricație cu nivel ridicat de automatizare în fabricația magneților ceramici și a difuzoarelor, mecanizarea și automatizarea diferitelor operații cu mare nocivitate în fabricația acumulatoarelor.

În cele ce urmează se dau unele detalii cu privire la perspectivele pentru extinderea mecanizărilor și automatizărilor în industria electrotehnică, cu unele exemple concrete.

a) *Automatizarea prelucrărilor mecanice în fabricația motoarelor electrice normale pînă la gabaritul 5.* Prin creșterea producției de motoare asincrone la fabrica „Electroprecizie" către un volum de producție de 100 000 buc./an, devine rațională automatizarea producției principalelor piese a acestor motoare și anume: tole stator-rotor, scutul, carcasa și axul. Această acțiune are loc în prezent în toate țările socialiste [7].

Automatizarea stanțării tolei stator-rotor este prevăzută a se realiza la o presă automată specială, creată în tehnica mondială și adaptată special stanțării cu pas a tolelor stator și rotor. Acționarea de jos în sus a berbecului asigură o creștere inportantă a duratei între două reascuțituri succesive (de exemplu de la 60 000 la 140 000 bătăi), ceea ce este esențial la stanțarea automată. Presa are o capacitate de 85 000 motoare/an, crește productivitatea de 12 ori și se amortizează în 2 ani.

Automatizarea prelucrării prin așchiere a scutului-palier, folosind o mașină agregat (de tipul utilizat în R.D.G.), poate mări productivitatea de la 13 buc./h la 26 buc./h, atingînd o capacitate de producție de 50 000 motoare/an, crește productivitatea de 8 ori. Amortizarea agregatului se poate face în 5,5 ani.

Automatizarea prelucrării prin așchiere a carcasei după practica tehnicii mondiale (ca de exemplu în U.R.S.S., R.D.G., R.P.U.) pe o linie de transfer cu 5—7 stații și o productivitate de 26 buc./h față de 6,5 buc./h cu tehnologia actuală. Capacitatea unei linii este de 100 000 motoare/an, crește productivitatea de 8 ori, iar durata amortizării este de 5,2 ani.

Automatizarea prelucrării prin așchiere a axului după sistemul utilizat în U.R.S.S. cu o linie de transfer, compusă din 14 mașini. Introducerea unei asemenea linii crește productivitatea de 6 ori și se amortizează în 6 ani.

b) *Automatizarea și stanțarea tolelor de transformatoare de forță din bandă laminată la rece.* O dată cu trecerea la utilizarea bandei laminate la rece pentru confecționarea miezurilor de transformatoare, devine necesară debitarea pe lățime a rolelor de bandă și stanțarea tolelor din bandă în loc de tăiere din tablă. Aceasta înseamnă practic, trecerea la automatizarea execuției tolelor de transformator, care este nu numai necesară din motivul arătat, ci și eficace din punct de vedere economic, fiind amortizată în circa 5 ani. De asemenea, se realizează prin aceasta economii de metal și se îmbunătățesc parametrii calitativi ai transformatoarelor de forță.

c) *Mecanizări și automatizări în producția transformatoarelor mici, de tip radio* (pentru radiotehnică, acționări și automatizări). Caracterul de mare serie al producției de transformatoare de tip radio și unificarea constructivă a acestora la cîteva tipuri uzuale reprezintă premise tehnico-economice importante pentru mecanizarea și automatizarea producției de asemenea transformatoare la uzinele „Electronica". Astfel, producția anuală de transformatoare mici de tip radio va fi de circa 600 000 buc. în anul 1961 și de circa 1 200 000 buc. în anul

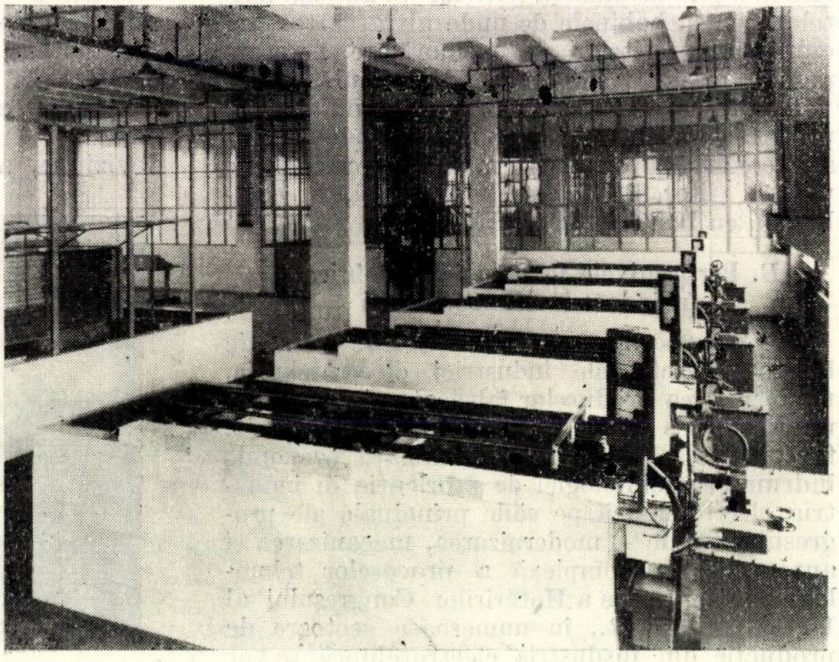


Fig. 4. Instalație modernă de acoperiri galvanice la uzina „Grigore Preoteasa".

1965, construcția acestora fiind bazată numai pe 6 dimensiuni de tole. Aceasta reprezintă o producție anuală de circa 40 milioane tole stanțate în 1961 și 100 milioane bucăți în 1965, ceea ce impune și face rentabilă utilizarea tehnicii și a principiilor de organizare a producției specifice producției de masă la operațiile de stanțare, debavurare și sortare. De asemenea, automatizarea lamelării miezurilor magnetice, aplicarea bobinării multiple cu introducerea automată a izolației de hîrtie, prezintă în aceste condiții o eficacitate economică deosebită. Completarea acestor măsuri cu recoacerea tolelor, după prelucrarea mecanică, într-un cuptor tunel cu atmosferă de hidrogen, cu automatizarea controalelor electrice intermediare și finale, aduc un aport suplimentar la reducerea consumului de material și îmbunătățirea calității transformatoarelor de tip radio. În sfîrșit, organizarea producției în flux continuu, cu utilizarea largă a transportului mecanizat sau automat dintre diferite operații, va putea să contribuie simțitor la creșterea productivității muncii și la menținerea ordinii și curățeniei necesare unei producții mecanizate.

Ținînd seamă de toate acestea la uzinele „Electronica" a fost studiată organizarea producției de transformatoare de tip radio pe 3 linii de flux continuu :

Linia semiautomată de tole, cuprinzînd operațiile de stanțare din bandă — debavurare — tratament termic și livrînd liniei de asamblare pachete de tole, așezate în ordinea stanțării. Stanțarea se va face fără punți ; avansul automat al benzii va fi realizat prin valțuri de întindere, acționate sacadat de un servomotor printr-un sistem de relee în legătură cu limitatorul benzii și mișcarea berbecului. Cîte o bandă transportoare, instalată sub matriță, va duce separat tolele *E* și *I* la cîte o mașină de debavurat. La ieșire din mașinile de debavurat, tolele se vor împacheta în casete care, încărcate manual pe o bandă transportoare, vor fi aduse în vederea tratamentului termic la cuptorul tunel, prevăzut cu alimentare și evacuare automată sacadată a casetelor cu tole.

Linia de bobinare și lamelare-asamblare, echipată cu mașini moderne de bobinat, automate pentru lamelat miezuri țesute, posturi de control intermediar-automate și locuri de montaj final cu un grad înalt de mecanizare. Mașinile și locurile de muncă vor fi așezate în flux continuu în lungul unei benzi transportoare.

Linia de impregnare-finisare și control final. Darea în exploatare a acestor linii aduce la nivelul producției din 1965 în comparație cu 1960 o economie de manoperă de peste 1 milion lei/an. La aceasta se adăugă economia de tablă silicioasă, datorită îmbunătățirii calităților ei magnetice prin tratamentul termic și, ca urmare — economia de cupru, prin reducerea diametrului mediu al bobinei (rezultată din reducerea dimensiunilor miezului), ceea ce va conduce la o reducere suplimentară a prețului de cost în 1965 față de 1960 de 1,5 milioane lei.

d) *Automatizarea stanțării șasiurilor de radio și de difuzor.* Șasiul radioreceptorului se execută în prezent din 7—9 operații de decupare, perforare și îndoiri succesive la prese cu excentric, plecînd de la plăci dreptunghiulare, debitate la foarfeca-ghilotină din foi de tablă decapată.

Trecerea la execuția șasiurilor pe o presă cu transfer automat cu 8 posturi crește productivitatea de 12 ori. Economia de circa 140 mii lei, realizată la manoperă, va permite amortizarea presei în circa 4 ani. Capacitatea presei (600 000 buc./an) permite execuția alternativă a stanțării și ambutisării șasiurilor de difuzoare, înlocuindu-se 4 prese normale și reducîndu-se manopera specifică de execuție a șasiului de difuzor de la 1,46 min/buc. la 0,10 min/buc. Această linie se poate completa cu noi linii mecanizate pentru fabricarea membranelor, a bobinelor mobile și a asamblării difuzoarelor.

e) *Linii tehnologice noi pentru asamblarea radioreceptoarelor și televizoarelor.* Pentru reali-

Fig. 5. Bandă de asamblare pentru aparataj mărunt la întreprinderea „Electroaparataj".

zarea sarcinii ce revine uzinelor „Electronica", prin hotărîrea Congresului al III-lea al P.M.R., de a produce în 1965 un număr de 300 mii radioreceptoare și 130 mii televizoare, uzinele se dotează încă în 1960 cu linii tehnologice complexe pentru asamblarea televizoarelor și radioreceptoarelor tranzistorizate, deosebite de liniile existente în prezent. Un conveier suspendat, legînd hala de montaj cu magazia de materiale și magazia de produse finite, va mecaniza transportul casetelor, tuburilor catodice și a televizoarelor ambalate în cutii.

În afară de aceasta se va pune în funcțiune o bandă pentru radioreceptoare cu tuburi, din clasele III și IV, cu o capacitate de 160 aparate/schimb și o bandă pentru radioreceptoare cu tuburi, din clasele I și II, cu o capacitate de 115 aparate/schimb. Principalele caracteristici ale acestor benzi sînt : ritmul sacadat, lucrul cu fața la bandă, șasiul fixat pe suport solidar cu banda, utilizarea ramurii de întoarcere a benzii pentru transporturi tehnologice [8].

f) *Extinderea și perfecționarea mecanizării operațiilor de montaj prin benzi transportoare, benzi de lucru și conveier.* Producția de micromotoare ce urmează a se concentra la „Electromotor", prezintă condiții foarte favorabile pentru organizarea în flux continuu a producției cu benzi transportoare. În linie de fabricație se va putea încadra nu numai operația de montaj, ci și operațiile de împachetare, bobinaj și finisare. De asemenea, impregnarea și uscarea părților bobinate este susceptibilă să fie mecanizată și organizată în flux.

Extinderea și perfecționarea operațiilor de montaj prin benzi transportoare, benzi de lucru și conveiere este oportună și în producția de echipament auto la „Electroprecizia", producția de aparate de joasă tensiune, începînd cu elemente de contactoare și patroane de siguranță la „Electroaparataj" (în afara benzilor existente în prezent), în producția corpurilor de iluminat fluorescente la „Electrobanat", a plăcilor redresoare cu seleniu la uzinele „Grigore Preoteasa", la formarea plăcilor de acumulatoare la fabrica „Acumulatorul". La uzinele „Grigore Preoteasa" se prevede perfecționarea actualelelor benzi de asamblare pentru aparatele electrice de măsură.

g) *Mecanizări și automatizări în producția de magneți ceramici* (pentru electronică și micromașini). Procesul tehnologic se pretează a fi amenajat în flux, prevăzîndu-se automatizări, mecanizarea operațiilor grele și o etanșare, care să asigure o bună curățenie la locurile de muncă. Dintre mecanizările și automatizările prevăzute se pot cita :

— dozarea automată a șarjelor ;

— mecanizarea transportului între diferitele mașini și utilaje cu elevatoare, linii monoșină, pomparea pastei de ferită prin conducte ;

— pastilarea automată ;

— alimentarea cu pastă, în circuit închis, a preselor ;

— încărcarea matrițelor cu pastă, folosind un dozator volumetric automat ;

— spălarea și uscarea magneților rectificați într-un agregat semiautomat special.

Se prevede și integrarea asamblării magnetului cu armăturile sale în circuitul de fabricație a magneților, această asamblare făcîndu-se semiautomat prin înglobare în material plastic injectat.

Prin aceste măsuri, productivitatea suprafețelor poate crește de la 445 la 1060 buc./an m^2, iar productivitatea pe muncitor de la 10 850 la 14 850 buc./om-an.

h) *Mecanizări și automatizări în producția acumulatoarelor.* Se prevede mecanizarea manipulărilor la prepararea pastei, automatizare și telecomandare integrală a turnării bilelor de plumb și măcinarea prafului pentru prepararea pastei. Realizarea unui sector integrat pentru fabricarea prafului din blocuri de plumb(amortizabil în circa 5 ani), fără a fi necesară prezența omului în încăperile cu medii nocive, va ridica productivitatea muncii și va crea condiții maxime de protecția muncii.

i) *Mecanizări în transporturile interne.* Dezvoltarea fabricării elementelor de mecanizare (benzi de transport, mecanisme stivuitoare, încărcătoare etc.) în întreprinderi specializate, preconizată în Hotărîrile Congresului al III-lea al P.M.R., va crea condiții pentru mecanizarea transporturilor interne și în întreprinderile din industria electrotehnică. Tipizarea lăzilor de depozitare și transport, manevrarea, transportul și stivuirea lor cu ajutorul unor cărucioare stivuitoare cu furci vor contribui, în afară de mecanizarea unor munci auxiliare, la o mai bună organizare a locurilor de muncă și utilizare a spațiilor de producție și depozitare.

2. *Introducerea proceselor tehnologice avansate*

Introducerea proceselor tehnologice avansate este determinată de necesitatea de a se mări productivitatea muncii, de a se economisi materiale și de a se îmbunătăți calitatea produselor. Accentuarea caracterului de serie mare în fabricația tot mai multor produse electrotehnice, utilizarea unor materiale noi care se pretează la prelucrări prin procedee tehnologice moderne de înaltă productivitate crează condițiile favorabile pentru introducerea în producție a acestor procedee tehnologice și justifică această introducere.

Fără a dezvolta ideile legate de ameliorarea și modernizarea care se va face în procesele tehnologice practicate în prezent și nici de asimilarea procedeelor tehnologice moderne, specifice unor produse noi, cum sînt de exemplu unele piese de radio (rezistențe chimice, condensatoare ceramice, condensatoare electrolitice etc.), circuitele imprimate, elementele cu

semiconductoare, lămpile fluorescente și cu mercur etc., este totuși necesar să indicăm cîteva procese tehnologice avansate, în curs de aplicare în industria electrotehnică.

a) *Extinderea folosirii termoplastelor.* O importantă sursă de creștere a productivității muncii o reprezintă folosirea materialelor termoplastice ca înlocuitor al pieselor metalice, obținute printr-o tehnologie clasică, precum și a unora din piesele realizate din mase termoreactive. Se poate aprecia că o asemenea înlocuire conduce, prin aplicarea procedeului de injecție, la o creștere de 2—5 ori a productivității muncii, îmbunătățind în același timp aspectul și calitatea produselor.

În cursul anilor 1960—1961 se va extinde considerabil execuția reperelor realizate prin injecție din materiale termoplastice, în special în fabricarea echipamentului electric auto, în industria electronică, a corpurilor de iluminat a aparatajului pentru telecomunicații.

Este de menționat o utilizare interesantă a termoplastelor în uzinele „Electronica" și anume, asamblarea magneților cu armăturile lor prin înglobare în material termoplastic romînesc (relon), înlocuindu-se astfel o asamblare mecanică greoaie printr-o operație de injecție semiautomată, care mărește productivitatea muncii cu peste 150%. În afară de cele arătate, numai la aceste piese, prin eliminarea unor repere de alamă, se realizează la nivelul anului 1961 o economie de 4 000 kg metal neferos.

b) *Asamblarea transformatoarelor de curent* prin înglobarea în rășini de turnare necesită la uzinele „Electroputere" asimilarea unei tehnologii noi, cu perspective largi de generalizare [9]. Rezultate optime se vor obține prin alimentarea continuă a instalației de turnare, ceea ce va necesita pregătirea ansamblului transformator de măsură într-o linie de fabricație continuă, de la stanțarea tolelor pînă la turnarea rășinii (epoxi sau de altă natură).

c) *Turnarea sub presiune din aliaje ușoare* va înlocui printr-un procedeu semiautomat execuția diferitelor carcase, care azi necesită un volum mare de manoperă pentru stanțarea și așchierea pieselor componente și asamblarea lor mecanică, cum sînt de exemplu : carcasele condensatoarelor variabile, unele subansamble cum sînt portperiile mașinilor electrice etc.

d) *Extinderea și perfecționarea metodelor metaloceramice.* În prezent prin metoda metalurgiei pulberilor se execută la „Electrografit" periile pentru mașinile electrice, iar la „Electronica" magneți metaloceramici și ferite moi.

Asimilarea tehnologiei de elaborare a diferitelor materiale metaloceramice pentru contactele necesare în construcția aparatelor de joasă tensiune și a aparatajului de telecomunicații, compozițiilor cupru-grafit pentru perii va contribui în mod simțitor la îmbunătățirea calității mașinilor și aparatelor electrice.

Creșteri însemnate a productivității muncii se vor putea obține prin executarea pe cale metaloceramică a unor piese de aparate și mașini electrice (de exemplu : bucșele de lagăr pentru demaroarele fabricate la „Klement Gottwald").

e) *Sudura automată și semiautomată*, introdusă în execuția cuvelor de transformatoare, a carcaselor mașinilor electrice de gabarit mari, a pachetelor de tole la fabrica de utilaje electrotehnic greu „Electroputere" va duce la creșteri importante de productivitate. Rezultate similare se vor obține prin mecanizarea tăierii tablelor groase cu flacără oxiacetilenică și prin introducerea sistemului de tăiere prin copiere a plăcilor cu contur complicat.

f) *Procedee tehnologice bazate pe utilizarea adezivilor.* Domeniul de utilizare al adezivilor în industria electrotehnică cuprinde mai ales fabricarea materialelor izolante, automatizarea și asamblarea prin înglobare, asamblarea prin lipire cu adeziv (ca de exemplu : solidarizarea prin lipire a tolelor din miezurile magnetice în construcția de aparate, înlocuirea asamblării mecanice prin lipire, cum este cazul ploturilor de reostate etc.).

g) *Orientări noi în tehnologia bobinării.* Mecanizarea și automatizarea producției va găsi o aplicare eficace și în execuția bobinelor de aparate și mașini electrice. Utilizarea mașinilor de bobinat multiple cu introducerea automată a izolației de hîrtie sau pelicule sintetice va mări de cîteva ori productivitatea muncii la executarea bobinelor de inductanță, bobinelor pentru transformatoare mici etc.

Utilizarea unor mașini speciale va permite automatizarea execuției bobinelor polare (circulare, ovale sau dreptunghiulare) din bară și a izolării lor.

Pentru operațiile de bobinare a statoarelor și rotoarelor de micromotoare vor trebui să se introducă mașinile semiautomate sau automate utilizate în tehnica mondială și să se perfecționeze cele existente în țară (ca de exemplu : mașina pentru bobinarea rotoarelor de micromotoare, creația unor inovatori de la „Electromotor").

Astfel, se vor putea introduce mașini semiautomate pentru introducerea izolației în crestătură sub formă de bandă continuă care măresc productivitatea muncii de 12—15 ori față de operația manuală ; mașini universale pentru bobinarea rotoarelor și statorelor de micromotoare ; mașini speciale pentru bobinarea rotoarelor, mașini pentru mecanizarea izolării bobinelor de servomotoare etc.

Înlocuirea cuprului prin aluminiu în transformatoare și mașini electrice rotative pune problema elaborării unor procedee tehnologice sigure și productive pentru îmbinarea conductoarelor de aluminiu.

Asimilarea unor procedee de izolare a benzilor de aluminiu prin oxidare anodică va permite executarea bobinelor de aluminiu fără o altă izolație, ceea ce va duce la o creștere importantă a productivității muncii și economii mari în materiale izolante.

Bineînțeles că aceasta va necesita o dezvoltare corespunzătoare a controlului grosimii și calității stratului de oxid izolant, în această direcție fiind preconizate, de exemplu, metode oscilografice.

Extinderea înlocuirii cuprului prin aluminiu necesită, în general, utilizarea de procedee noi tehnologice. Astfel, înglobarea în compounduri pe bază de rășini epoxidice a releelor-regulatoare, folosite în tracțiune, permite înlocuirea bobinelor de cupru prin bobine din bandă subțire de aluminiu, realizîndu-se totodată o construcție rezistentă la vibrații.

h) *Procese tehnologice noi, determinate de utilizarea materialelor izolante din clasele de izolație superioare.* Un exemplu în această privință îl constituie izolațiile pe bază de escapon — material izolant sovietic de clasa B — reprezentînd un polimer obținut pe bază de cauciuc sintetic.

Izolația față de masă a bobinajelor statorice și rotorice cu bandă cleioasă de escapon în loc de micabandă și micafoliu aduce simplificări tehnologice și reduceri de preț de cost prin utilizarea unui material mai ieftin.

Asimilarea tehnologiei obținerii de semifabricate solide prin escaponizare va permite executarea unor piese electroizolante cu înalte calități dielectrice la frecvență înaltă.

O tehnologie specială va necesita utilizarea peliculelor stratificate (material izolant-metal) ca izolație de crestătură.

Tehnologia impregnării și compoundării mașinilor electrice va trebui să fie perfecționată și adaptată noilor lacuri de impregnare și compounduri, pe bază de materiale cu proprietăți dielectrice și de termostabilitate superioare. Durata proceselor de impregnare va trebui să fie scurtată, iar utilizarea solvenților redusă la minimum, realizîndu-se totodată cerințele de calitate și de rigiditate monolită a înfășurărilor.

i) *Ameliorări în procesele de acoperire galvanică și de vopsire.* În legătură cu îmbunătățirea calității produselor, una din problemele importante este aceea a ameliorării aspectului și prezentării acestor produse, concomitent cu îmbunătățirea protecției anticorosive. Experiența de pînă acum a arătat că o contribuție importantă în această problemă o aduce în primul rînd sporirea exigenței față de muncă în colectivul larg al întreprinderii, mai ales acolo unde această acțiune a căpătat un caracter de masă. În mod deosebit însă, trebuie să se dea o atenție mai mare îmbunătățirii condițiilor tehnologice prin care se realizează acoperirile galvanice și vopsirea diferitelor piese și produse finite.

În cursul ultimilor ani au fost realizate în unele întreprinderi electrotehnice cîteva ateliere de galvanizare și de vopsitorie moderne, care au dat rezultate bune și experiența cărora poate fi folosită pentru continuarea progresului tehnic în această ramură.

În perioada următoare este necesară modernizarea atelierelor de galvanizare și de vopsitorie din toate întreprinderile electrotehnice, prin reamenajarea lor și dotarea cu un echipament tehnologic modern ca: linii, agregate și instalații automate pentru pregătirea suprafețelor pentru acoperiri galvanice, precum și instalații de vopsire electrostaică, de uscare în cuptoare tunel cu raze infraroșii etc.

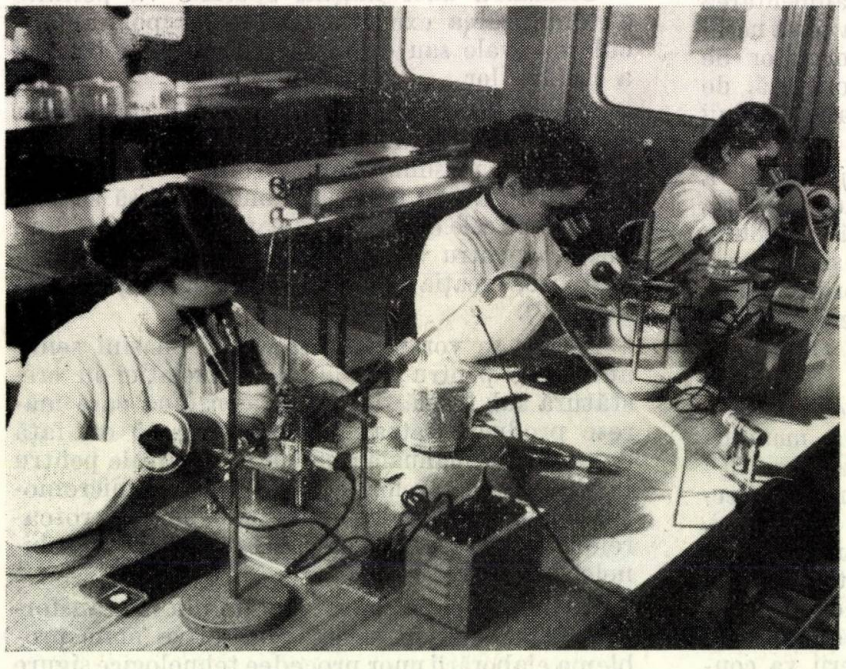


Fig. 6. Sudarea conexiunilor pe joncțiuni în procesul fabricației tranzistoarelor cu joncțiuni la uzinele „Electronica".

j) *Tehnologia de tropicalizare a produselor electrotehnice.* Introducerea execuției tropicale a mașinilor și aparatelor electrice, determinată de creșterea continuă a exportului în țările cu climă tropicală, în afară de utilizarea unor materiale speciale, rezistente la acțiunea climei tropicale și la acțiunea diferitelor ciuperci, necesită elaborarea unei tehnologii speciale pentru impregnarea și compoundarea bobinajelor, pregătirea suprafețelor metalice în vederea acoperirilor galvanice cu vopsele (pentru realizarea acestor acoperiri astfel,

încît să fie asigurată o anticorosivitate corespunzătoare), pentru executarea îmbinărilor pe cale mecanică sau prin lipire, pentru realizarea din mase plastice a unor piese rezistente la acțiunea ciupercilor și a microorganismelor [10].

În această direcție s-au obținut rezultate pozitive la ICET și în unele întreprinderi electrotehnice cum este de exemplu „Klement Gottwald".

Verificarea comportării construcțiilor în execuție tropicală, a eficacității proceselor tehnologice folosite, precum și a calității materialelor utilizate a determinat crearea unor laboratoare de încercări climatice, dintre care se pot cita cele de la ICET și „Klement Gottwald", datate cu utilaje pentru încercări tropicale. Extinderea și îmbogățirea dotării și ridicarea continuă a nivelului tehnic al acestor laboratoare este o condiție necesară și importantă pentru efectuarea cercetărilor, experimentărilor și controalelor care să asigure realizarea unor produse, proprii pentru exploatare în condiții tropicale și comparabile cu produsele similare străine.

k) *Procese tehnologice noi în execuția sculelor.* Procesul tehnologic în construcția și tehnologia de fabricație a produselor electrotehnice are ca premisă și determină îmbunătățirea proceselor tehnologice de execuție a sculelor și crearea unor procese tehnologice noi.

Astfel, automatizarea stanțării nu poate să-și manifeste pe deplin eficacitatea, dacă nu este însoțită de o prelungire a duratei între reascuțirile succesive ale matrițelor în special la stanțarea tolelor din tablă de oțel electrotehnic. Armarea matrițelor cu plăci de aliaje dure — una din metodele cele mai eficace pentru prelungirea vieții sculelor — va trebui să fie introdusă în construcția lor. În acest scop va trebui însă să fie însușită tehnologia turnării de precizie a armăturilor din aliaje dure de tipul sormait, tehnologia prelucrării lor prin electroeroziune, a asamblării armăturilor cu piesele-suport respective, a ascuțirii și rodării unor piese din aliaj dur cu forme complicate.

Asamblarea ușoară și precisă a matrițelor bloc, în special a celor pentru tole de mașini electrice, va necesita extinderea și perfecționarea metodelor de asamblare și fixare a poansoanelor cu ajutorul unor rășini sintetice speciale.

Extinderea pe care o va lua presarea din materiale plastice va necesita o schimbare radicală în tehnologia de execuție a matrițelor respecpective, înlocuindu-se execuția prin așchiere a unor forme complicate cu o imprimare în oțel, executată la prese hidraulice, special construite în acest scop, avînd forțe de presare de la 500 (R.S.C.S.) la 1 000 t (R.D.G.).

3. *Metode moderne pentru încercarea și controlul calității materialelor și produselor electrotehnice.* Crearea de produse noi, elaborarea și asimilarea unor procese tehnologice avansate nu se poate face fără o bază materială de cercetare și experimentare, fără laboratoare uzinale și standuri specializate. Laboratoarele și standurile de probă existente în prezent în uzinele electrotehnice nu permit efectuarea decît cel mult a încercărilor de tip după STAS, fără a fi posibile încercările pentru stabilirea parametrilor de vîrf, ce se prevăd în prescripțiile și standardele moderne. Dintre acestea se poate cita, totuși, ca o realizare frumoasă, stația de înaltă tensiune și de încercări la unde de șoc de la „Electroputere".

Pentru acoperirea acestor lipsuri se prevede amenajarea unor laboratoare și stații speciale și anume :

— stație pentru încercări la putere de rupere a aparatajului de înaltă tensiune (Electroputere) ;

— stație pentru încercarea protecției antigrizutoase a mașinilor electrice (Klement Gottwald) ;

— cameră surdă pentru încercarea performanțelor electroacustice (Electronica) etc.

O grijă deosebită va trebui acordată încercării materialelor electroizolante în ceea ce privește rigiditatea dielectrică, rezistența mecanică, stabilitatea termică, stabilitatea la umiditate, stabilitatea la îmbătrînire, rezistența la vibrații pe modele de bobinaje, folosind metodele preconizate de C.E.I.

Problema creșterii productivității muncii în operațiile de control și asigurării unui nivel de calitate constant produselor controlate va necesita mecanizarea și automatizarea operațiilor de control electric.

Astfel, va trebui să se elaboreze aparataj special pentru controlul izolației între spire la fabricile constructoare de mașini electrice, să se automatizeze operațiile de reglare, etalonare și verificare a aparatelor electrice (în special a celor de măsurat).

Principiul aparatelor de sortare automată a elementelor de semiconductoare, a rezistențelor chimice, a condensatoarelor etc., cu care sînt în curs de dotare uzinele „Electronica" va trebui să fie extins și în alte domenii. În particular, va trebui să se automatizeze operațiile de control magnetic a feritelor dure și de control magnetic și dimensional a feritelor moi pe care le produc uzinele „Electronica".

4. *Cooperarea și specializarea producției*

Strîns legată de ridicarea nivelului tehnic al producției este și problema îmbunătățirii continue a cooperării și a specializării întreprinderilor. Concentrarea producției în întreprinderi specializate va permite aplicarea proceselor tehnologice specifice producției de serie mare, atît datorită creșterii volumului de produse finite, cît și datorită tipizării și unificării produselor, subansamblelor, și reperelor în cadrul întreprinderii specializate.

Consecințele acestei specializări vor fi mecanizarea și automatizarea producției, dotarea întreprinderilor specializate cu mașini și utilaje speciale perfecționate, îmbunătățirea calității producției prin sepcializarea cadrelor etc.

În aceste condiții, se vor putea realiza reduceri ale prețului de cost la întreprinderile specializate, care vor asigura realizarea cooperării la un nivel de rentabilitate corespunzător.

În ceea ce privește concentrarea producției și specializarea întreprinderilor electrotehnice este de menționat concentrarea fabricației de micromotoare la întreprinderea „Electromotor", a motoarelor antigrizutoase la „Klement Gottwald" etc. Ar fi de dorit ca și producția metaloceramică în domeniul electrotehnic să fie concentrată la o întreprindere specializată.

Relațiile de cooperare între întreprinderile care produc elemente de automatizare și întreprinderea „Automatica" vor trebui să se dezvolte într-o măsură largă. Însușirea fabricației elementelor de automatizare de către fabricile de specialitate din industria electrotehnică și asigurarea lucrărilor de cooperare către întreprinderea „Automatica" reprezintă o sarcină de bază, în special pentru sectorul de curenți slabi și o condiție necesară pentru îndeplinirea Hotărîrilor Congresului al III-lea al P.M.R. cu privire la mecanizarea și automatizarea proceselor de producție.

C. Dezvoltarea capacității tehnice a întreprinderilor

Îndeplinirea sarcinilor privind ridicarea nivelului tehnic al producției în industria electrotehnică, așa cum rezultă din Hotărîrile Congresului al III-lea al P.M.R., necesită dezvoltarea continuă și rapidă a capacității tehnice a întreprinderilor care se poate realiza mai ales prin :

— amenajarea, dotarea cu aparate și utilaje și încadrarea cu personal corespunzător a laboratoarelor uzinale ;

— completarea cu cadre medii și superioare de specialitate a serviciilor de pregătire tehnică a producției — constructor șef și tehnolog șef ;

— completarea dotării sculăriilor cu utilaje specifice și universale, încadrarea cu personal tehnic și de execuție de specialitate, îmbunătățirea organizării și ameliorarea tehnologiei de execuție a sculelor ;

— organizarea unor sectoare de autoutilare complexe (proiectare de utilaje nestandardizate, ateliere de execuție mecanice, electrotehnice și electronice) pentru dotarea întreprinderilor cu utilaje nestandardizate, necesare pentru ridicarea nivelului tehnic al producției în întreprinderile mari și al căror specific complex și de înalt nivel de tehnicitate justifică existența permanentă a unui asemenea sector, cum este de exemplu cazul la „Electroputere", „Electronica" etc ;

— îmbunătățirea documentației tehnice, îmbogățindu-se bibliotecile uzinale cu reviste și cărți noi de specialitate din toate țările, apelîndu-se la ajutorul I.D.T. pentru cercetări bibliografice tematice, pentru studii de documentare și lucrări de sinteză în legătură cu progresul tehnic în domeniile care interesează întreprinderea etc., astfel încît să se creeze pentru inginerii, tehnicienii, inventatorii și raționalizatorii din întreprinderi posibilitățile cît mai largi, complete și operative de a se ține la curent cu cele mai recente realizări ale tehnicii noi în țară și de peste hotare ;

— colaborarea cea mai strînsă cu institutele de cercetări științifice ale departamentului — ICET și ICEM, cu institutele Academiei R.P.R., cu catedrele de specialitate din institutele de învățămînt superior pentru rezolvarea la un nivel tehnico-științific corespunzător a problemelor pe care le pun în față întreprinderilor necesitățile ridicării rapide a nivelului tehnic al producției și a căror rezolvare, datorită generalității sau complexității lor, depășește posibilitățile unei întreprinderi industriale ;

— aplicarea consecventă și cu discernămînt a măsurilor pentru stimularea introducerii tehnicii noi, prevăzute în „Hotărîrea Comitetului Central al P.M.R. și a Consiliului de Miniștri al R.P.R. cu privire la ridicarea nivelului tehnic al producției".

Este de la sine înțeles că rolul cercetării științifice este să asigure atingerea nivelului mondial al tehnologiei.

Principalul rol care revine ICET-ului este ca, prin sarcina pe care o are de a coordona elaborarea seriilor unitare de transformatoare de forță, motoare asincrone și contactoare, să introducă concomitent o tehnologie unitară pe grupe de gabarite, în condițiile unor indici economici mult sporiți.

Direcția principală a cercetărilor tehnologice este îndreptată la ICET pe linia materialelor electroizolante (în special ceramică electrotehnică și unele mase plastice), a climatizării produselor electrotehnice și electronice, a elaborării unor ferite și a elementelor semiconductoare redresoare pe bază de siliciu, probleme care odată rezolvate, vor fi introduse în producție. O caracteristică a activității ICET este că îi revine rolul de coordonator al întregii munci de cercetare din întreprinderile departamentului electrotehnic, inclusiv a sarcinilor de colaborare tehnico-științifică pe linia ajutorului reciproc între țările socialiste.

Pentru celelalte institute (ICECHIM, ICEM, IFB, IPB etc.), accentul cade pe colaborarea și ajutorul deosebit asupra materialelor noi, care imprimă progresul tehnologic : mase plastice adezivi, vopsele și lacuri speciale, materiale pentru contacte, mase termistoare etc.

În aceste condiții, activitatea susținută a muncitorilor, inginerilor și tehnicienilor din fiecare întreprindere electrotehnică pentru ridicarea permanentă a nivelului tehnic al producției, pentru intensificarea introducerii tehnicii noi, pentru progresul tehnic în construcția produselor și în tehnologia de fabricație, în lumina Hotărîrilor Congresului al III-lea al P.M.R., va conduce la realizarea unei productivități înalte a muncii, la îmbunătățirea calității produselor și reducerea continuă a prețului de cost în fiecare întreprindere, iar prin aceasta și în întreaga industrie electrotehnică, contribuind astfel la industrializarea socialistă a țării.

Bibliografie

[1] *Gh. Gheorghiu Dej* : Raport la cel de al III-lea Congres al P.M.R., Ed. Politică, 1960.

[2] * * * Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. cu privire la planul de dezvoltare a economiei naționale pe anii 1960—1965 și la schița planului economic de perspectivă pe 15 ani, Ed. Politică, 1960.

[3] * * * Hotărîrea C.C. al P.M.R. și a C.M. al R.P.R. cu privire la ridicarea nivelului tehnic al producției, Ed. Politică, 1960.

[4] *Crișan I.* : Sarcinile industriei electrotehnice din R.P.R. în lumina Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R.. Electrotehnica **8** (1960) 8, 267—274.

[5] *Grosu Șt.* : Realizări în construcția transformatoarelor la Uzina „Electroputere". Electrotehnica **7** (1959) 11, 381—387.

[6] *Cosmin Gh.* : Realizări și perspective în construcția aparatajului electric de joasă tensiune. Electrotehnica **8** (1960) 8, 274—279.

[7] *Bugeanu P.* : Probleme tehnologice noi în fabricația viitoarei serii unitare de motoare asincrone, partea I Electrotehnica **7** (1959), 4, 115 — 125 și partea a II-a, Electrotehnica **7** (1959) 6, 195—214.

[8] *Lăzăroiu D. F.* : Dezvoltarea Uzinelor „Electronica" — București în anii șesenalului. Telecomunicații **4** (1960) 4, 155—159.

[9] *Stoenescu F., Baștiurea Gh.* : Rășini epoxidice de turnare în electrotehnică. Electrotehnica **7** (1959) 2, 55—61.

[10] *Păun M., Cotnăreanu I.* : Materiale electroizolante în construcția echipamentelor electrice tropicalizate, Electrotehnica **7** (1959) 2, 48—55.

Intrat în redacție la 21 octombrie 1960.

Regimurile tranzitorii la conectarea și deconectarea transformatoarelor monofazate

Vasile Corlățeanu și Victor Saviuc*) — Iași

CZ 621.314.2.025.1 :621.316.5.015.4

Solicitările transformatoarelor la suprasarcini și supratensiuni tranzitorii crează probleme dificile pentru inginerii proiectanți și din exploatare, din cauza pericolului de avarii și întreruperi în furnizarea energiei electrice. Cunoașterea cît mai precisă a fenomenelor ce apar în astfel de cazuri se impune, pentru a putea lua măsuri corespunzătoare de prevenire și de mărire a rezistenței față de aceste solicitări, ceea ce duce la îmbunătățirea producției de transformatoare.

1. Introducere

În transformatoarele electrice apar procese tranzitorii la orice variație a regimului lor de funcționare : conectarea transformatorului la rețea, variația bruscă a sarcinii, scurtcircuit la înfășurarea primară sau secundară, pătrunderea unei unde de supratensiune în transformator etc. În timpul proceselor tranzitorii în transformator pot avea loc fenomene electromagnetice deosebite, care cer o examinare specială și care trebuie luate în considerare la proiectare și în exploatare : la determinarea forțelor electromagnetice necesare pentru calculul dispozitivelor de fixare mecanică a bobinelor, la reglarea aparatelor de protecție pentru evitarea deconectărilor incorecte etc.

Mai importante pentru practică sînt cazurile în care apar supracurenți sau supratensiuni însemnate. Un astfel de caz se întîlnește la conectarea transformatoarelor în gol sau sarcină. Pot apare supratensiuni mari și la comutări ale transformatoarelor din rețelele de transport de energie electrică, care au capacități față de pămînt și între conductoare, precum și capacități suplimentare pentru reglarea tensiunii și mărirea stabilității de funcționare în paralel a centralelor.

Datorită miezului de fier, studierea regimurilor tranzitorii în astfel de cazuri este complicată, ecuațiile diferențiale neliniare corespunzătoare neadmițînd soluții precise simple. De aceea la studierea regimurilor tranzitorii în circuitele neliniare o mare răspîndire au căpătat-o metodele calitative, bazate pe studierea laturii fizice a proceselor în fiecare schemă concretă, iar pentru obținerea relațiilor cantitative — metodele experimentale și metodele aproximative de calcul.

În această lucrare se analizează fenomenele care au loc la conectarea în gol, dezvoltîndu-se

*) Dr. ing. *V. Corlățeanu* este profesor la Institutul Politehnic Iași, iar ing. *V. Saviuc* este cercetător științific la Academia R.P.R. Filiala Iași.

în mod deosebit cele de la conectarea în sarcină a transformatoarelor monofazate ; de asemenea se mai studiază oscilațiile care au loc la deconectarea transformatorului cu sarcină capacitivă și care pot apare în marele rețele de transport de energie electrică [1], [2].

Studierea proceselor tranzitorii se face pe mai multe căi. Dintre acestea metoda liniarizării convenționale, deși nu dă o soluție exactă, fiind foarte simplă, poate fi utilizată la calculul aproximativ al proceselor care nu pot fi studiate ușor cu celelalte metode. Ea constă în neglijarea neliniarității termenilor de importanță secundară din ecuația diferențială și determinarea mărimii principale prin rezolvarea problemei liniare astfel obținute. Determinarea celorlalte mărimi se face din caracteristica neliniară ca și cînd nu s-ar fi făcut nici o liniarizare.

Metoda intervalelor succesive și liniarizarea caracteristicii de magnetizare cu o linie frîntă sînt foarte laborioase și nu permit generalizarea cu ușurință a rezultatelor obținute.

Din ecuațiile transformatorului monofazat cu două înfășurări rezultă nemijlocit că transformatorul real și în regim tranzitoriu poate fi înlocuit cu o schemă formată dintr-un transformator ideal (cu rezistențe nule și fără fluxuri de dispersie) și două elemente liniare, formate din rezistențele și inductanțele de dispersie ale bobinajelor, la temperatură și efect pelicular dat. Vom presupune că bobinajul secundar este raportat la bobinajul primar, fără a nota în mod deosebit parametrii circuitului secundar ; reunind cele două bobinaje se obține binecunoscuta schemă în T, formată din două elemente liniare necuplate inductiv și o bobină neliniară prin miezul căreia se închide fluxul principal și care consumă o putere egală cu pierderile în miezul transformatorului. Cum ciclurile parțiale de histerezis în cazul cîmpurilor magnetice alternative puternice nu se depărtează mult de curba fundamentală de magnetizare, vom neglija influența histerezisului, acesta neintroducînd erori sensibile în rezultatele calculelor.

2. Conectarea transformatorului monofazat în gol

Ecuația diferențială a procesului tranzitoriu este

$$\frac{d\Psi}{dt} + l\frac{di}{dt} + ri = U_m \sin(\omega t + \gamma), \qquad (1)$$

în care :

Ψ — fluxul total ;

r, l — rezistența și inductanța de dispersie a înfășurării care se conectează și eventual valorile corespunzătoare ale conductoarelor de legătură pînă la punctul la care U_m se poate considera independent de sarcină.

Majoritatea lucrărilor care se ocupă cu această problemă, o prezintă sub forma cea mai simplă, neluînd în considerare o serie de factori destul de importanți.

În cele ce urmează se studiază variația în timp a inducției și curentului la conectare cu metoda liniarizării și cu metoda analitică ; pe baza variației inducției obținută cu metoda liniarizării se studiază analitic variația în timp a maximelor curentului de conectare. În încheierea paragrafului, în anumite ipoteze simplificatoare, se compară valorile maxime ale curenților de scurtcircuit și conectare.

2.1. La transformatoarele obișnuite amplitudinea primului termen fiind mult mai mare decît a celorlalți doi din membrul stîng, se poate înlocui curentul i cu $\frac{\Psi}{L}$, presupunînd inductanța statică $L = \text{const}$. Pentru a obține valori apropiate de procesul real, va trebui să luăm o valoare medie a inductanței statice pentru intervalul de variație a fluxului. Introducînd valoarea maximă și apoi cea minimă a lui L se pot determina limitele extreme ale proceselor posibile [3]. Astfel se obține ecuația diferențială cu coeficienții constanți :

$$\left(1 + \frac{l}{L}\right)\frac{d\Psi}{dt} + \frac{r}{L}\Psi = U_m \sin(\omega t + \gamma). \qquad (2)$$

Soluția acestei ecuații, considerînd că la $t = 0$, $\Psi(0) = \Psi_0$ este :

$$\Psi = \frac{U_m}{\omega\sqrt{\left(1+\frac{l}{L}\right)^2 + \left(\frac{r}{L\omega}\right)^2}} \sin(\omega t + \gamma - \varphi) + \left[\Psi_0 - \frac{U_m \sin(\gamma - \varphi)}{\omega\sqrt{\left(1+\frac{l}{L}\right)^2 + \left(\frac{r}{L\omega}\right)^2}}\right] e^{-\frac{r}{L+l}t} \qquad (3)$$

în care :

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg}\frac{(L+l)\,\omega}{r}.$$

Cu această valoare a fluxului total $\Psi(t)$ se determină variația curentului prin intermediul caracteristicii $\Psi(i)$.

Șocuri mari de curent se obțin cînd conectarea se face în momentul trecerii fluxului permanent prin valoarea maximă. Considerînd $\Psi_0 = 0$, obținem :

$$\Psi(t) = \Psi_m\left(-\cos\omega t + e^{-\frac{t}{T}}\right). \qquad (4)$$

Pentru valori mari ale lui T, fluxul la $\omega t = \pi$ va fi aproape de două ori fluxul de regim permanent ; în fig. 1 este reprezentat $\Psi(t)$ și $i(t)$ în acest caz.

Mărimea l practic nu influențează amortizarea componentei libere a fluxului, influen-

ținînd numai asupra amplitudinii șocului de curent la conectare [3].

Raportul dintre prima valoare maximă a curentului tranzitoriu la conectare și valoarea

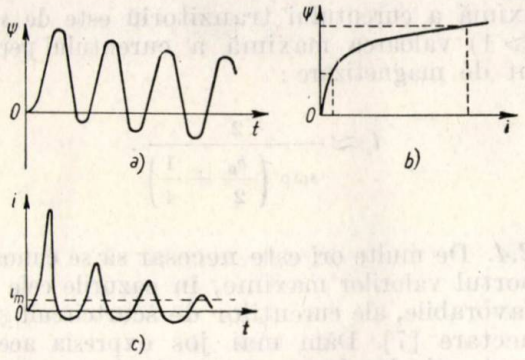


Fig. 1. Determinarea curentului la conectarea transformatorului monofazat în gol:
a – variația în timp a fluxului; *b* – caracteristica de magnetizare; *c* – variația în timp a curentului.

maximă a curentului permanent de magnetizare se poate calcula cu relația:

$$\frac{i_{1\,max}}{i_m} = \frac{\mathrm{sh}[\Psi_m + (\Psi_m - \Psi_0)\,\mathrm{e}^{-\frac{1}{T}\frac{\pi}{\omega}}]}{\mathrm{sh}\,\beta\Psi_m}, \qquad (5)$$

în care β este o constantă care permite aproximarea caracteristicii de magnetizare $\Psi(i)$ cu $\mathrm{sh}\beta\Psi$ pe porțiunea respectivă a caracteristicii.

Acest șoc de curent este limitat de rezistența înfășurării, inductanța de dispersie, de întrefierurile circuitului magnetic și de ciclul de histerezis (saturația și remanența sa).

2.2. Admițînd că fluxul variază după relația (4), în [4] se calculează componentele curentului tranzitoriu în ipoteza că, în momentul de calcul al armonicilor, fluxul liber nu variază, aproximîndu-se caracteristica de magnetizare cu o exponențială, $i = \frac{\alpha}{2}\,\mathrm{e}^{\beta\Psi}$, în care α și β sînt constante ce rezultă din aproximarea unei anumite porțiuni a caracteristicii.

Calculînd variația în timp a fluxului cu relația (4) prin metoda intervalelor succesive, ținînd seama de saturație prin luarea unei constante de timp potrivite pentru fiecare interval, se constată că fluxul liber se amortizează mai încet decît după exponențiala cu constanta de timp calculată din relația

$$T' = \frac{U_m}{\omega I_{1m}\, r}, \qquad (6)$$

în care I_{1m} este amplitudinea primei armonice a curentului din condițiile inițiale ale procesului. Abaterea față de exponențială se mărește cu creșterea saturației.

De asemenea, determinarea curentului tranzitoriu din caracteristica de magnetizare în ipoteza amortizării fluxului liber după constanta de timp propusă în [5] poate duce la erori foarte mari. Astfel pentru $t = 2T'$ și $\beta\Psi_m = 5$, curentul calculat diferă de cel real de 15 ori. Pentru $t < 2\,T'$ și $\beta\Psi_m < 2{,}5$ se poate considera că variația amplitudinilor curentului tranzitoriu se face exponențial cu constanta de timp dată de relația (6); astfel se poate exprima analitic curentul tranzitoriu în modul următor:

$$i = (I_0 + \sum I_{2km}\cos 2K\omega t)\,\mathrm{e}^{-\frac{t}{T'}} + \\ + \sum[I_{2k+1,m}\,\mathrm{e}^{-\frac{t}{T'}} + I'_{2k+1,m}(1 - \mathrm{e}^{-\frac{t}{T''}})] \\ \cos(2K+1)\,\omega t \qquad (7)$$

în care:

I_0 – valoarea componentei continue pentru $t = 0$;
I_{2km} – amplitudinile armonicelor pare la $t = 0$;
$I_{2k+1,m}$ – amplitudinile armonicelor impare la $t = 0$;
$I'_{2k+1,m}$ – amplitudinile armonicelor curentului permanent.

Pentru saturații puternice ($\beta\Psi_m = 2{,}5-5$) componentele curentului se pot prezenta ca sumă a două exponențiale cu constante de timp diferite:

$$i_k = I_{km}(m\mathrm{e}^{-\frac{t}{pT'}} - n\mathrm{e}^{-\frac{t}{T'}})\cos k\omega t, \qquad (8)$$

în care:

$$p = \frac{1}{2\,\beta\Psi_m}, \quad m = 0{,}1\beta\Psi_m\,\mathrm{e}^{-p}, \quad n = 1-m.$$

Pentru calculul valorilor maxime ale curentului tranzitoriu la $\omega t = \pi, 3\pi, 5\pi$ etc, se poate utiliza expresia simplificată:

$$i_{2k+1,max} = 0{,}5\,I_m(1-\cos\omega t)\,\mathrm{e}^{-\frac{t}{T''}} + I'_m(1-\mathrm{e}^{-\frac{t}{T''}}) \\ \cos\omega t, \qquad (9)$$

în care:

$$T'' = \frac{U}{0{,}5\,\omega I_m\, r},$$

I_m – valoarea maximă a curentului pentru o rezistență nulă a circuitului;
I'_m – valoarea maximă a curentului permanent.

Relația (9) s-a dedus din (7) considerînd că componenta periodică a curentului variază după funcția cosinus. Erorile date de expresiile (7) și (8) pentru $t = (0-1{,}5)\,T'$ pot ajunge la 5–7%.

2.3. Aproximînd caracteristica de magnetizare cu expresia $i = \alpha\,\mathrm{sh}\beta\Psi$ [6] se poate face o integrare aproximativă a ecuației neliniare (1), în care se ține seama de fluxul de dispersie prin caracteristica de magnetizare. Astfel se obține

pentru raportul dintre prima valoare maximă a curentului tranzitoriu și valoarea maximă a curentului permanent, pentru $b_0 \geqslant 4$, următoarea expresie :

$$\frac{i_{1\,max}}{i_m} \approx \frac{2}{\rho\left(\frac{b_0}{2}+\frac{1}{4}\right)\pi} \tag{10}$$

în care :

$$b_0 = \beta \frac{U_m}{\omega}$$

$\rho = \frac{r\alpha\beta}{\omega} \frac{|\mathrm{sh}\,(b_0 \cos \omega t)|_{ef}}{|b_0 \cos \omega t|_{ef}}$. — raportul dintre valoarea efectivă a căderii de tensiune pe rezistență și pe bobină în regim permanent.

Cum de obicei $b_0 = 4-8$ și $\rho > 0{,}5\,\%$, raportul de mai sus al curenților variază puțin cu b_0, erorile de calcul fiind mici.

Se mai găsește că componenta liberă a inducției variază după o relație de forma :

$$B_l = \frac{2}{ws\beta}\left[\mathrm{th}\,\frac{b_0}{2}\,e^{-\nu} + \frac{\left(\mathrm{th}\,\frac{b_0}{2}\right)^3}{3}\,e^{-3\nu} + \frac{\left(\mathrm{th}\,\frac{b_0}{2}\right)^5}{5}\,e^{-5\nu} + \ldots\right] \tag{11}$$

în care

$$\nu = \rho\, b_0 \frac{J_0\,(jb_0)}{-2j\,J_1\,(jb_0)}\,\omega t,$$

J_0, J_1 — funcțiile Bessel de speța întîi ordinul 0 și 1.

Din relația de mai sus rezultă că pentru $\nu < 1$ și valori mari ale lui b_0, adică în cazul important practic, legea de variație a lui B_l diferă de exponențială ; pentru $\nu > 1$, B_l variază practic după o lege exponențială.

Raportul dintre valorile maxime ale curentului tranzitoriu la $\omega t = \pi, 3\pi, 5\pi$ etc. și valoarea maximă a curentului permanent este dat de relația :

$$\frac{i_{2k+1,max}}{i_m} = (1+e^{-\nu})\frac{1+\mathrm{th}^2\frac{b_0}{2}\,e^{-\nu}}{1-\mathrm{th}^2\frac{b_0}{2}\,e^{-2\nu}}; \tag{12}$$

pentru $b_0 > 4$ această relație devine

$$\frac{i_{2k+1,max}}{i_m} \approx \frac{(1+e^{-\nu})^2}{1-e^{-2\nu}}.$$

Aceste relații permit determinarea rezistenței totale a circuitului bobinei pentru a limita primul șoc de curent la o valoare dată $\rho = \frac{2}{\left(\frac{b_0}{2}+\frac{1}{4}\right)\pi}$ $\frac{i_m}{i_{1\,max}}$ precum și timpul t_s după care valoarea maximă a curentului tranzitoriu este de s ori ($s \geqslant 1$) valoarea maximă a curentului permanent de magnetizare :

$$t_s \approx \frac{2}{s\omega\rho\left(\frac{b_0}{2}+\frac{1}{4}\right)}.$$

2.4. De multe ori este necesar să se cunoască raportul valorilor maxime, în cazurile cele mai defavorabile, ale curenților de scurtcircuit și de conectare [7]. Dăm mai jos expresia acestui raport calculat în următoarele ipoteze :

— valoarea maximă a curentului de scurtcircuit permanent se calculează luînd în considerare numai reactanța de scurtcircuit ;

— valoarea maximă a curentului de conectare se calculează aproximînd caracteristica de magnetizare în domeniul inducțiilor ce se obțin la conectarea transformatorului cu o linie dreaptă care intersectează ordonata la valoarea Ψ_{sat} de pantă corespunzătoare unei permeabilități relative $\mu_r = 1$.

În aceste condiții, pentru transformatoarele cu bobinaje concentrice, se obține :

$$\frac{i_{1m\,sc.}}{i_{1\,max}} = \frac{q_0}{q_c}\,\frac{1+e^{-\frac{r_k}{x_k}\pi}}{1+e^{-\frac{r}{L}\frac{\pi}{\omega}}+\varepsilon-\delta}, \tag{13}$$

în care

r_k, x_k — parametrii transformatorului la scurtcircuit,

$$q_0 = \frac{\pi}{4}\left(D_i + \frac{2}{3}h_1\right),$$

$$q_c = \pi\,(D_i - h_3)\left(h_3 + \frac{h_1+h_2}{3}\right),$$

$$\varepsilon = \frac{\Psi_0}{\Psi_m},$$

$$\delta = \frac{\Psi_{sat}}{\Psi_m}.$$

Dimensiunile h_1, h_2, h_3 și D_i sînt indicate în fig. 2. Mărimile ε și δ depind de mărimea tensiunii de alimentare, adică de inducția maximă în miez. Inducția de saturație pentru transformatoarele obișnuite este 2Wb/m². Mărimea ε pentru miezurile obișnuite este 0,5—0,6 ; pentru tole laminate la rece și întrefieruri foarte mici, ε poate ajunge pînă la 0,8. Curenți mari de

conectare se obțin cînd, după o conectare nereușită, se reconectează transformatorul și ε, datorită magnetizării puternice din timpul primei conectări, ajunge pînă la 0,8. Trebuie remarcat că inducția remanentă influențează mult asupra vîrfului de curent numai la rezistențe mici ale circuitului.

Pentru transformatoarele obișnuite raportul valorilor maxime ale curentului de scurtcircuit și conectare variază de la 2 pînă la 6.

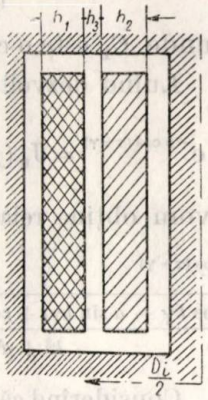


Fig. 2. Dispoziția bobinajelor la transformatorul monofazat cu înfășurări concentrice.

3. Conectarea transformatorului monofazat în sarcină

Spre diferență de conectarea în gol, se găsesc foarte puține informații în literatura de specialitate despre conectarea în sarcină a transformatoarelor. Cîteva rezultate experimentale sînt date în [8]; ele sînt explicate pe baza metodei diferențelor finite.

În cele ce urmează se studiază variația fluxului și a curenților cu metoda liniarizării la conectarea transformatoarelor cu sarcină inductivă și capacitivă, iar la transformatoarele cu sarcină pur activă și cu metoda analitică.

Regimurile tranzitorii la conectarea secundarului, fiind neînsemnate față de cele care apar la conectarea primarului, nu le vom studia aici.

3.1. Ecuațiile diferențiale ale regimului tranzitoriu în cazul transformatorului cu sarcină inductivă sînt (fig. 3):

$$u = r_1 i_1 + l_1 \frac{di_1}{dt} + \frac{d\Psi}{dt},$$

$$\frac{d\Psi}{dt} = R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt},$$

$$i_1 = i_0 + i_2,$$

în care:

$$R_2 = r_2 + r'_2, \quad L_2 = l_2 + l'_2,$$

r'_2, l'_2 – parametrii sarcinii,

care prin liniarizarea convențională $i_0 = \frac{\Psi}{L}$ ($L =$ = const.) devin ecuații diferențiale liniare. Utilizînd pentru rezolvarea lor calculul operațional și considerînd că înainte de conectare curenții i_1, i_2, și fluxul total Ψ sînt egali cu zero, se obține după cîteva transformări simple, în cazul conectării la o tensiune sinusoidală:

Variația fluxului în timp se obține cu ajutorul teoremei descompunerii:

$$\Psi(t) = \sum \frac{F_1(p_k)}{F'_2(p_k)} e^{p_k t},$$

în care p_k sînt rădăcinile lui $F_2(p) = 0$.

Curentul din circuitul secundar se determină cu ajutorul teoremei descompunerii din relația:

$$i_2(p) = p \frac{p}{R_2 + pL_2} \frac{F_1(p)}{F_2(p)}. \qquad (15)$$

Dacă inductanțele de dispersie și inductanțele conductoarelor de legătură sînt neglijabile, relațiile de sus devin

$$\Psi(p) = U_m \frac{p^2 \sin\gamma + p\omega\cos\gamma}{p^2 + \omega^2} \frac{L(R_2 + pL_2)}{p^2 LL_2 + p[r_1(L+L_2) + LR_2] + r_1 R_2} \qquad (14')$$

$$i_2(p) = U_m \frac{p^2 \sin\gamma + p\omega\cos\gamma}{p^2 + \omega^2} \frac{pL}{p^2 LL_2 + p[r_1(L+L_2) + LR_2] + r_1 R_2} \qquad (15')$$

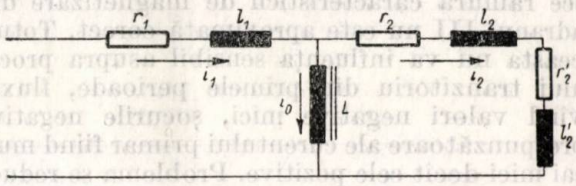


Fig. 3. Transformatorul monofazat cu sarcină inductivă.

Pentru transformatorul cu sarcină $R_2 C$ se obțin în mod analog relațiile:

$$\Psi(p) = U_m \frac{p^2 \sin\gamma + p\omega\cos\gamma}{p^2 + \omega^2} \frac{1 + R_2 Cp}{p^2 C(r_1 + R_2) + p\left(1 + \frac{r_1 R_2 C}{L}\right) + \frac{r_1}{L}} \qquad (16)$$

$$i_2(p) = U_m \frac{p^2 \sin\gamma + p\omega\cos\gamma}{p^2 + \omega^2} \frac{p^2 C}{p^2 C(r_1 + R_2) + p\left(1 + \frac{r_1 R_2 C}{L} + \right)\frac{r_1}{L}} \qquad (17)$$

Curentul primar $i_1(t)$ se obține adunînd originalul curentului $i_2(p)$ și curentul $i_0(t)$ determinat din caracteristica de magnetizare $\Psi(i_0)$ corespunzător valorilor $\Psi(t)$.

Valorile maxime ale componentei $i_0(t)$, datorită căderilor de tensiune produse de componenta $i_2(t)$, diferite de cele la mers în gol, vor depinde de mărimea și felul sarcinii; ele se micșorează sensibil la sarcini pur ohmice și inductive. Componenta curentului primar datorită sarcinii fiind în general de semn contrar cu valoarea maximă a lui $i_0(t)$ la sarcină capacitivă, și de același semn la sarcină inductivă, valorile ma-

$$\Psi(p) = U_m \frac{p^2 \sin\gamma + p\omega\cos\gamma}{p^2 + \omega^2} \frac{L(R_2 + pL_2)}{p^2[l_1(L_2 + L) + L_2 L] + p[r_1(L_2 + L) + R_2(l_1 + L)] + R_2 r_1} = p \frac{F_1(p)}{F_2(p)}. \qquad (14)$$

xime ale curentului primar vor scădea în primul caz şi vor creşte în cel de-al doilea.

3.2. Pentru comparaţie se dă mai jos determinarea cu metoda analitică a regimului tranzitoriu la conectarea unui transformator cu sarcină pur ohmică, neglijîndu-se inductanţele de dispersie şi inductanţele conductoarelor de legătură; caracteristica de magnetizare se va aproxima cu relaţia

$$i = \frac{\alpha}{2}(e^{\beta\Psi} - 1),$$

Soluţia ecuaţiei (20), după cum se ştie este:

$$y = \frac{e^{a\tau}\, e^{-b\cos(\tau+\gamma)}}{C_1 + a\int e^{a\tau}\, e^{-b\cos(\tau+\gamma)}\, d\tau},$$

unde C_1 este o constantă de integrare.

Luînd dezvoltarea în serie a expresiei

$$e^{-b\cos(\tau+\gamma)} = J_0(jb) + 2\sum_{k=1}^{\infty} j^k J_k(jb)\cos k(\tau+\gamma),$$

vom obţine relaţia

$$e^{\beta\Psi} = \frac{e^{-b\cos(\tau+\gamma)}}{C_1 e^{-a\tau} + J_0(jb) + 2a\sum_{k=1}^{\infty} j^k J_k(jb)\,\dfrac{\sin k\tau\,(k\cos k\gamma - a\sin k\gamma) + \cos k\tau\,(a\cos k\gamma + k\sin k\gamma)}{k^2 + a^2}} \tag{21}$$

în care α este o constantă determinată din aproximarea caracteristicii de magnetizare în cadranul I. Trebuie de remarcat că această aproximare a caracteristicii nu va conduce la valori exacte ale şocurilor negative ale componentei de magnetizare a curentului de conectare, deoarece ramura caracteristicii de magnetizare din cadranul III nu este aproximată corect. Totuşi aceasta nu va influenţa sensibil asupra procesului tranzitoriu din primele perioade, fluxul avînd valori negative mici, şocurile negative corespunzătoare ale curentului primar fiind mult mai mici decît cele pozitive. Problema se reduce astfel la rezolvarea următoarelor trei ecuaţii:

$$\frac{d\Psi}{dt} + r_1 i_1 = U_m \sin(\omega t + \gamma), \tag{18 a}$$

Considerînd că în momentul conectării ($\tau = 0$) fluxul total este Ψ_0, constanta de integrare va fi

$$C_1 = e^{-b\cos\gamma - \beta\Psi_0} - J_0(jb) - 2a\sum_{k=1}^{\infty} j^k J_k(jb)\,\frac{k\sin k\gamma + a\cos k\gamma}{k^2 + a^2}. \tag{22}$$

Determinarea unghiului de conectare cel mai defavorabil, pentru care C_1 este maximum, din relaţia $\frac{dC_1}{d\gamma} = 0$, poate fi evitată observînd că pentru valorile uzuale ale constantelor a şi b ($a = 10^{-3} - 10^{-4}$ şi $b = 2 - 4$), C_1 este maxim pentru un unghi ce diferă de 0° sau 180° cu maximum cîteva grade. Astfel, pentru $\gamma = 0°$, relaţia (21) devine:

$$e^{\beta\Psi} = \frac{e^{-b\cos\tau}}{e^{-a\tau}\left[e^{-b-\beta\Psi_0} - J_0(jb) - 2a^2\sum_{k=1}^{\infty} j^k J_k(jb)\,\frac{1}{k^2+a^2}\right] + J_0(jb) + 2a\sum_{k=1}^{\infty} j^k J_k(jb)\,\frac{k\sin k\tau + a\cos k\tau}{k^2+a^2}} \tag{23}$$

$$\frac{d\Psi}{dt} = R_2 i_2, \tag{18 b}$$

$$i_1 = \frac{\alpha}{2}(e^{\beta\Psi} - 1) + i_2. \tag{18 c}$$

Înlocuind valoarea lui i_2 din (18 b) în relaţia (18 c) se obţine:

$$i = \frac{\alpha}{2}(e^{\beta\Psi} - 1) + \frac{1}{R_2}\frac{d\Psi}{dt}. \tag{19}$$

Înlocuind i_1 din (19) în (18 a) şi notînd $e^{\beta\Psi} = y$ şi $\omega t = \tau$, obţinem:

$$\frac{dy}{dt} - y\,[a + b\sin(\tau + \gamma)] = -ay^2, \tag{20}$$

în care

$$a = \frac{\alpha\beta r_1}{\omega\left(1 + \dfrac{r_1}{R_2}\right)}; \quad b = \frac{U_m\beta}{\omega\left(1 + \dfrac{r_1}{R_2}\right)}.$$

În general termenul $2a^2\sum_{k=1}^{\infty} j^k J_k(jb)\,\frac{1}{k^2+a^2}$ se poate neglija. Curentul din înfăşurarea primară se determină cu relaţia (19), în care se înlocuieşte $\frac{d\Psi}{dt}$ şi $e^{\beta\Psi}$ din relaţia (23).

Primul termen din relaţia (19), reprezentînd componenta de magnetizare a curentului primar, ia valori maxime pentru $\tau \approx (2k+1)\pi$; valoarea sa maximă scade cînd R_2 scade. Al doilea termen din relaţia (19), reprezentînd componenta curentului primar datorită sarcinii, are o mică componentă continuă, luînd valori maxime pentru $\tau \approx (2k+1)\frac{\pi}{2}$.

Cu aceste relaţii se poate verifica că la micşorarea lui R_2 durata procesului tranzitoriu scade iar pentru $\Psi_0 < 0$ această durată creşte.

În încheierea articolului se dă un exemplu de aplicare a acestor relaţii.

4. Deconectarea unui transformator cu sarcină capacitivă

Dintre fenomenele care au loc la deconectarea transformatoarelor în sarcină, cele mai importante pentru practică sînt cele care apar în cazul sarcinilor capacitive. În cele ce urmează se determină pe diferite căi variația în timp a curentului și fluxului, precum și variația pulsației oscilațiilor libere cu saturația în cazul unui circuit fără pierderi.

4.1. Rezolvarea analitică a procesului tranzitoriu se poate face aproximînd caracteristica de magnetizare cu relația $i = \alpha \operatorname{sh} \beta\Psi$;

În acest caz ecuația diferențială a circuitului, în care se consideră nule rezistența și pierderile prin histerezis și curenți turbionari,

$$\frac{d\Psi}{dt} + \frac{1}{C}\int i\,dt = 0, \tag{24}$$

capătă forma

$$\frac{d^2\beta\Psi}{dt^2} + \omega_0^2 \operatorname{sh} \beta\Psi = 0, \tag{25}$$

în care $\omega_0^2 = \frac{\alpha\beta}{C} = \frac{2\pi}{T_0}$ este pulsația oscilațiilor neamortizate pentru valori foarte mici ale lui Ψ; în acest ultim caz $\operatorname{sh} \beta\Psi \approx \beta\Psi$ și ecuația (25) devine liniară.

Vom considera că deconectarea se face la trecerea fluxului prin maximum; deci la $t = 0$, $\Psi = \Psi_0$ și $\frac{d\Psi}{dt} = 0$.

Înmulțind relația (25) cu $d\beta\Psi$ și integrînd, obținem pentru condițiile inițiale specificate:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{d\beta\Psi}{dt}\right)^2 = \omega_0^2(\operatorname{ch}\beta\Psi_0 - \operatorname{ch}\beta\Psi). \tag{26}$$

Separînd variabilele și integrînd, se obține:

$$\omega_0 t = \int_{\beta\Psi_0}^{\beta\Psi} \frac{d\beta\Psi}{\sqrt{2(\operatorname{ch}\beta\Psi_0 - \operatorname{ch}\beta\Psi)}}. \tag{27}$$

Făcînd schimbarea de variabilă

$$\cos u = \frac{\operatorname{sh}\frac{\beta\Psi}{2}}{\operatorname{sh}\frac{\beta\Psi_0}{2}},$$

relația (27) devine

$$\omega_0 t = \int_0^{\arccos \frac{\operatorname{sh}\frac{\beta\Psi}{2}}{\operatorname{sh}\frac{\beta\Psi_0}{2}}} \frac{du}{\sqrt{1 + \operatorname{sh}^2\frac{\beta\Psi_0}{2}\cos^2 u}} =$$

$$= \frac{1}{\operatorname{ch}\frac{\beta\Psi_0}{2}} \int_0^{\arccos \frac{\operatorname{sh}\frac{\beta\Psi}{2}}{\operatorname{sh}\frac{\beta\Psi_0}{2}}} \frac{du}{\sqrt{1 - \operatorname{th}^2\frac{\beta\Psi_0}{2}\sin^2 u}}. \tag{28}$$

Ultima integrală este o integrală eliptică de speța întîi K de modul

$$k = \operatorname{th}\frac{\beta\Psi_0}{2}.$$

După un sfert de perioadă $\Psi = 0$ și limita superioară a integralei va fi $\frac{\pi}{2}$; perioada oscilațiilor T se va determina cu ajutorul relației

$$\omega_0 T = \frac{4}{\operatorname{ch}\frac{\beta\Psi_0}{2}} \int_0^{\frac{\pi}{4}} \frac{du}{\sqrt{1 - \operatorname{th}^2\frac{\beta\Psi_0}{2}\sin^2 u}} = \frac{4K\left(\operatorname{th}\frac{\beta\Psi_0}{2}\right)}{\operatorname{ch}\frac{\beta\Psi_0}{2}}. \tag{29}$$

La saturații foarte mici $\omega_0 T$ tinde către valoarea bine cunoscută din cazul circuitelor liniare:

$$\lim_{\beta\Psi_0 \to 0} \omega_0 T = 2\pi. \tag{29'}$$

La saturații mari avem în mod aproximativ

$$\lim_{\beta\Psi_0 \to \infty} \omega_0 T = \frac{4 \ln 4 \operatorname{ch}\frac{\beta\Psi_0}{2}}{\operatorname{ch}\frac{\beta\Psi_0}{2}} \approx 4\,\beta\Psi_0\, e^{-\frac{\beta\Psi_0}{2}}. \tag{29''}$$

Din cele de mai sus rezultă că perioada oscilațiilor depinde în mare măsură de saturație. Folosindu-se relația (29) s-a construit în fig.4 curba $\frac{T}{T_0} = f_1(\beta\Psi_0)$. Cu ajutorul relației (27) s-a calculat $\frac{\Psi}{\Psi_0} = f_2\left(\frac{t}{T}\right)$ și $\frac{i}{i_0} = f_3\left(\frac{t}{T}\right)$ pentru diferite saturații ($\beta\Psi_0 = 1$, 3 și 5), reprezentîndu-se rezultatele obținute în fig. 5 și 6. Din aceste figuri se vede că oscilațiile depind mult de condițiile inițiale, curbele diferind cu atît mai mult de sinusoidă, avînd perioada cu

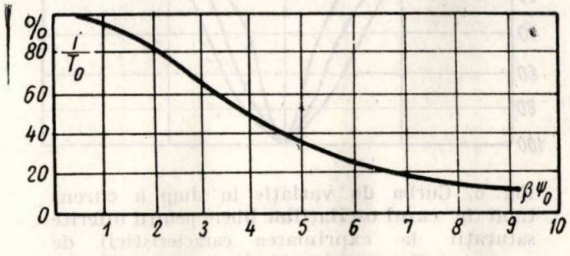


Fig. 4. Variația perioadei oscilațiilor libere cu saturația magnetică în cazul exprimării caracteristicii de magnetizare prin relația $i = a \operatorname{sh} \beta\Psi$.

atît mai mică, cu cît saturația circuitului magnetic este mai mare.

Oscilațiile libere s-au obținut neamortizate deoarece s-au neglijat pierderile în circuit.

4.2. Ecuația diferențială (24) poate fi rezolvată mai simplu aproximînd caracteristica de

magnetizare cu relația $i = a_3 \Psi^3$ [9]. Prin înmulțire cu $\frac{d\Psi}{dt}$ și integrare, ținînd seamă de condițiile inițiale de mai sus, obținem:

$$\frac{C}{2}\left(\frac{d\Psi}{dt}\right)^2 = \frac{a_3}{4}(\Psi_0^4 - \Psi^4).$$

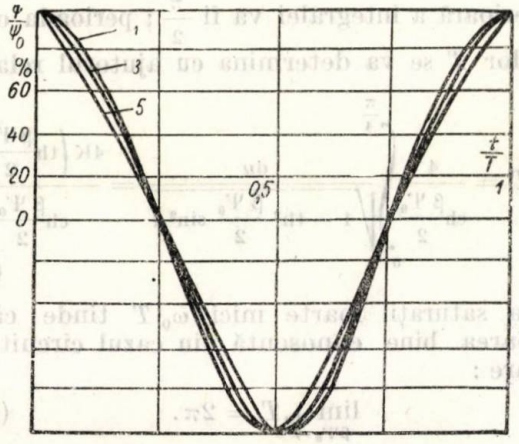


Fig. 5. Curba de variație în timp a fluxului total în cazul oscilațiilor libere, pentru diferite saturații, la exprimarea caracteristicii de magnetizare prin relația $i = a \operatorname{sh} \beta \Psi$.

Din această relație se determină t:

$$t = \pm \frac{1}{\Psi_0^2}\sqrt{\frac{a_3}{2C}}\int_{\Psi_0}^{\Psi} \frac{d\Psi}{\sqrt{1-\left(\frac{\Psi}{\Psi_0}\right)^4}}. \qquad (30)$$

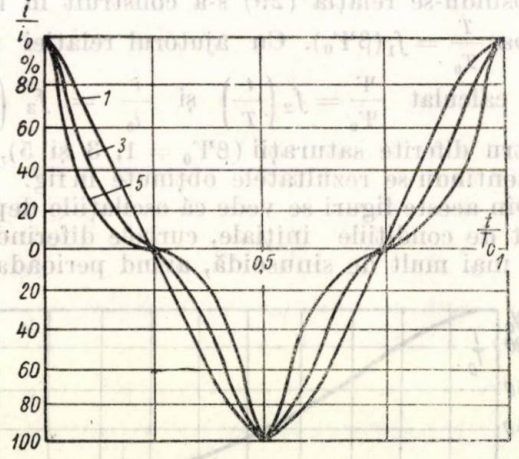


Fig. 6. Curba de variație în timp a curentului în cazul oscilațiilor libere pentru diferite saturații la exprimarea caracteristicii de magnetizare prin relația $i = a \operatorname{sh} \beta \Psi$.

Cum totdeauna $\Psi \leqslant \Psi_0$ se poate nota $\frac{\Psi}{\Psi_0} = \cos v$; cu această notație relația (30) devine

$$t = \frac{1}{\Psi_0}\sqrt{\frac{C}{a_3}}\int_0^v \frac{dv}{\sqrt{1-\frac{1}{2}\sin^2 v}}. \qquad (31)$$

Integrala eliptică de speța întîi care intervine în relația (31) are modulul $k = \frac{1}{5}$, independent de caracteristica de magnetizare a bobinei și de gradul de saturație inițial.

Cu ajutorul relației (31), notînd $\frac{1}{\Psi_0}\sqrt{\frac{C}{a_3}} = t_0$ și $\frac{\Psi_0}{t_0} = U_0$, se pot determina curbele de variație a fluxului total $\left|\frac{\Psi}{\Psi_0}\right| = F_1\left(\frac{t}{t_0}\right)$, a curentului $\frac{i}{i_0} = F_2\left(\frac{t}{t_0}\right)$ și a tensiunii la bornele bobinei $\frac{u}{U_0} = F_3\left(\frac{t}{t_0}\right)$ (fig. 7). În ipotezele admise aceste curbe sînt universale, adică sînt juste pentru orice parametri ai circuitului (C, a_3, Ψ_0).

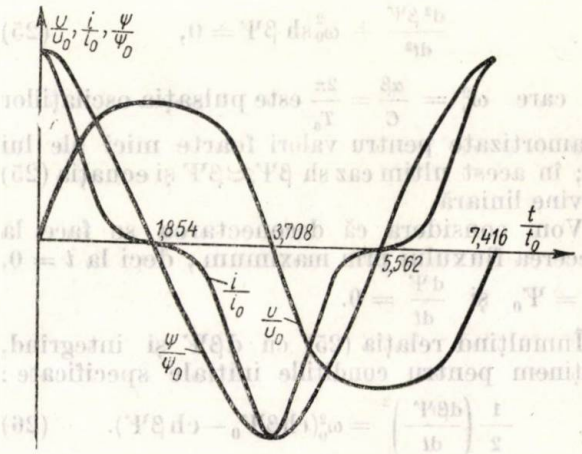


Fig. 7. Curbele de variație în timp a fluxului total, curentului și tensiunii în cazul oscilațiilor libere la exprimarea caracteristicii de magnetizare prin relația $i = a_3\Psi^3$.

Perioada oscilațiilor libere din circuit este:

$$T' = \frac{7{,}416}{\Psi_0}\sqrt{\frac{C}{a_3}}; \qquad (32)$$

ea este invers proporțională cu fluxul inițial.

4.3. Cu metoda grafică se pot determina oscilațiile din circuit utilizîndu-se caracteristica reală de magnetizare a bobinei. Această metodă este indicată pentru cazurile cînd caracteristicile sînt obținute experimental și date sub formă de grafic. Ecuația diferențială (24) a circuitului se transformă în relația:

$$t = \sqrt{C}\int_{\Psi_0}^{\Psi} \frac{d\Psi}{\sqrt{2\int_{\Psi}^{\Psi_0} i\,d\Psi}}. \qquad (33)$$

Cunoscînd $\Psi(i)$ (fig.8, *a*), se pot determina $\Psi(t)$ și $i(t)$ pe baza relației (33) în modul urmă-

tor. Prin integrare grafică se reprezintă inițial $\Psi = \Psi\left(\sqrt{2\int_{\Psi}^{\Psi_0} i\,d\Psi}\right)$ (fig. 8 *c*); cu aceasta se construiește curba $\Psi\left(\frac{1}{\sqrt{2\int_{\Psi}^{\Psi_0} i\,d\Psi}}\right)$ (fig. 8 *d*). Pe baza relației (33) se determină apoi $\Psi(t)$

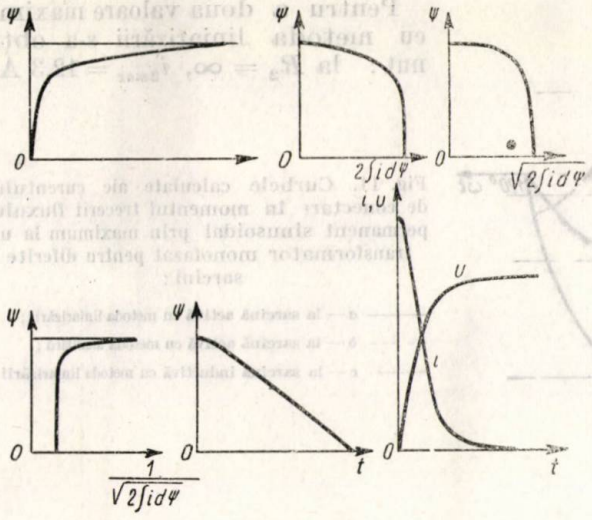


Fig. 8. Determinarea pe cale grafică a curbelor $\Psi(t)$, $i(t)$ și $u(t)$ în cazul oscilațiilor libere.

(fig. 8 *e*); prin derivarea fluxului total se determină tensiunea la bornele bobinei, iar din caracteristica de magnetizare se determină $i(t)$ (fig. 8 *f*).

Inductanțele constante legate în serie sau fluxurile de dispersie pe de o parte și inductanțele constante legate în paralel sau întrefierurile din circuitul magnetic pe de altă parte pot fi luate în considerare prin rotirea axelor de coordonate. Cu această metodă se poate ține seama și de fenomenul de histerezis, făcînd distincție între ramurile ascendente și descendente ale caracteristicii de magnetizare.

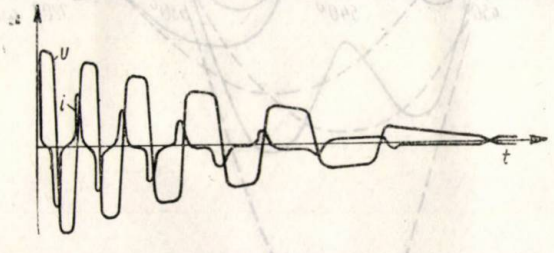


Fig. 9. Amortizarea oscilațiilor datorită pierderilor.

4.4. Ținînd seama că avem pierderi în rezistența circuitului și pierderi prin histerezis și curenți turbionari în miezul bobinei, oscilațiile libere se amortizează. Datorită descreșterii saturației perioada oscilațiilor se va mări cu timpul iar forma curentului va deveni mai puțin ascuțită, fiind influențată de histerezis. Aceste fenomene sînt confirmate de fig. 9.

5. Exemplu de calcul

Pentru calculul curenților tranzitorii la conectarea în sarcină s-a considerat un transformator cu o rezistență a bobinajului primar $r_1 = 0{,}87\,\Omega$ și o inductanță de dispersie $l_1 = 4.10^{-3}$ H; parametrii raportați ai bobinajului secundar s-au luat egali cu cei ai primarului. Caracteristica de magnetizare a transformatorului este reprezentată în fig. 10 (valoarea maximă a tensiunii alternative în funcție de valoarea maximă a curentului de magnetizare în regim permanent). Tensiunea de alimentare s-a luat $U_m = 285$V ($U_{ef} = 202$ V) [4].

Calculele s-au făcut atît cu metoda analitică dezvoltată la punctul *3.2.* pentru cîteva sarcini pur active ($R_2 = \infty$, 50Ω și 20 Ω) cît și cu metoda liniarizării convenționale pentru sarcinile pur active indicate mai sus și pentru

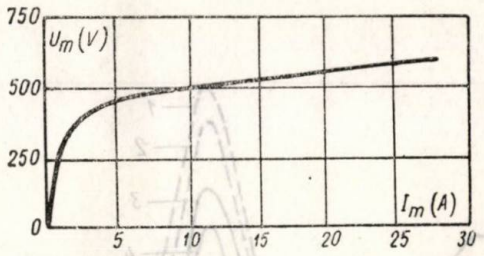


Fig. 10. Caracteristica de magnetizare a transformatorului utilizat în exemplul de calcul.

cîteva sarcini inductive și capacitive ($X_{2L} = 50\,\Omega$; $X_{2C} = 50\,\Omega$; $X_{2C} = 50\,\Omega$ și $R_2 = 50\,\Omega$; $X_{2C} = 20\,\Omega$).

La metoda liniarizării s-a luat $L = 0{,}113$ H, valoarea inductanței statice pentru un flux de 1,85 ori fluxul maxim nominal; această valoare conduce la valorile cele mai apropiate ale primelor două vîrfuri de curent față de cele măsurate experimental la conectarea în gol [4].

La metoda analitică s-au utilizat tabelele funcțiilor Bessel din [10]; constantele α și β s-au determinat din condiția ca expresia $i = \frac{\alpha}{2}(e^{\beta\Psi} - 1)$ să treacă prin punctele $U_m = 570$ V, $I_m = 24$ A și $U_m = 510$ V, $I_m = 12$A; astfel s-a obținut $\alpha = 0{,}06542$ A și $\beta = 3{,}63\text{Wb}^{-1}$.

Rezultatele calculelor sînt date în fig. 11 pentru sarcină pur activă și inductivă și în fig. 12 pentru sarcină capacitivă. Din aceste figuri se vede că curba curentului se deformează față de cea de la mers în gol.

Pentru prima valoare maximă a curentului primar cu metoda liniarizării s-a obținut : la $R_2 = \infty$, $i_{1max} = 19{,}5$ A ; la $R_2 = 50\ \Omega$, $i_{1max} = 17{,}5$ A ; la $X_{2L} = 50\ \Omega$, $i_{1max} = 21{,}8$ A ; la $X_{2C} = 50\ \Omega$ și $R_2 = 0{,}87\ \Omega$, $i_{1max} = 14$ A ; la $X_{2C} = 50\,\Omega$ și $R_2 = 50\ \Omega$, $i_{1max} = 15{,}7$ A pentru $\omega t = 180°$; la $R_2 = 20\,\Omega$, $i_{1max} = 17$ A pentru $\omega t = 165°$. Cu metoda analitică s-a obținut la $R_2 = \infty$, $i_{1max} = 20{,}5$ A ; la $R_2 = 50\,\Omega$, $i_{1max} = 18{,}5$ A pentru $\omega t = 180°$; la $R_2 = 20\,\Omega$, $i_{1max} = 18$ A pentru $\omega t = 165°$.

Pentru a doua valoare maximă cu metoda liniarizării s-a obținut : la $R_2 = \infty$, $i_{2max} = 12{,}3$ A ;

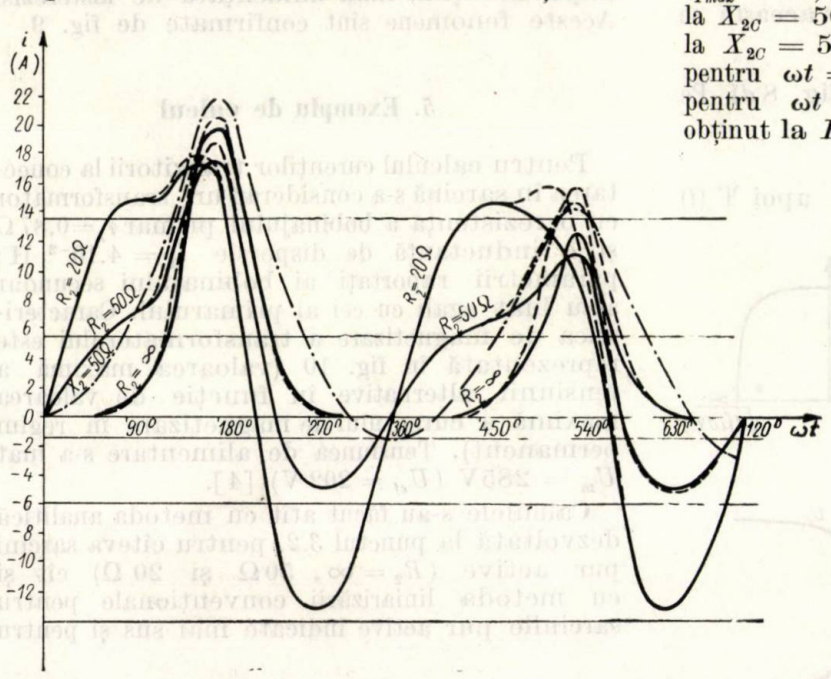


Fig. 11. Curbele calculate ale curentului de conectare în momentul trecerii fluxului permanent sinusoidal prin maximum la un transformator monofazat pentru diferite sarcini :

——— *a* — la sarcină activă cu metoda liniarizării ;
– – – – – *b* — la sarcină activă cu metoda analitică ;
——·—— *c* — la sarcină inductivă cu metoda liniarizării.

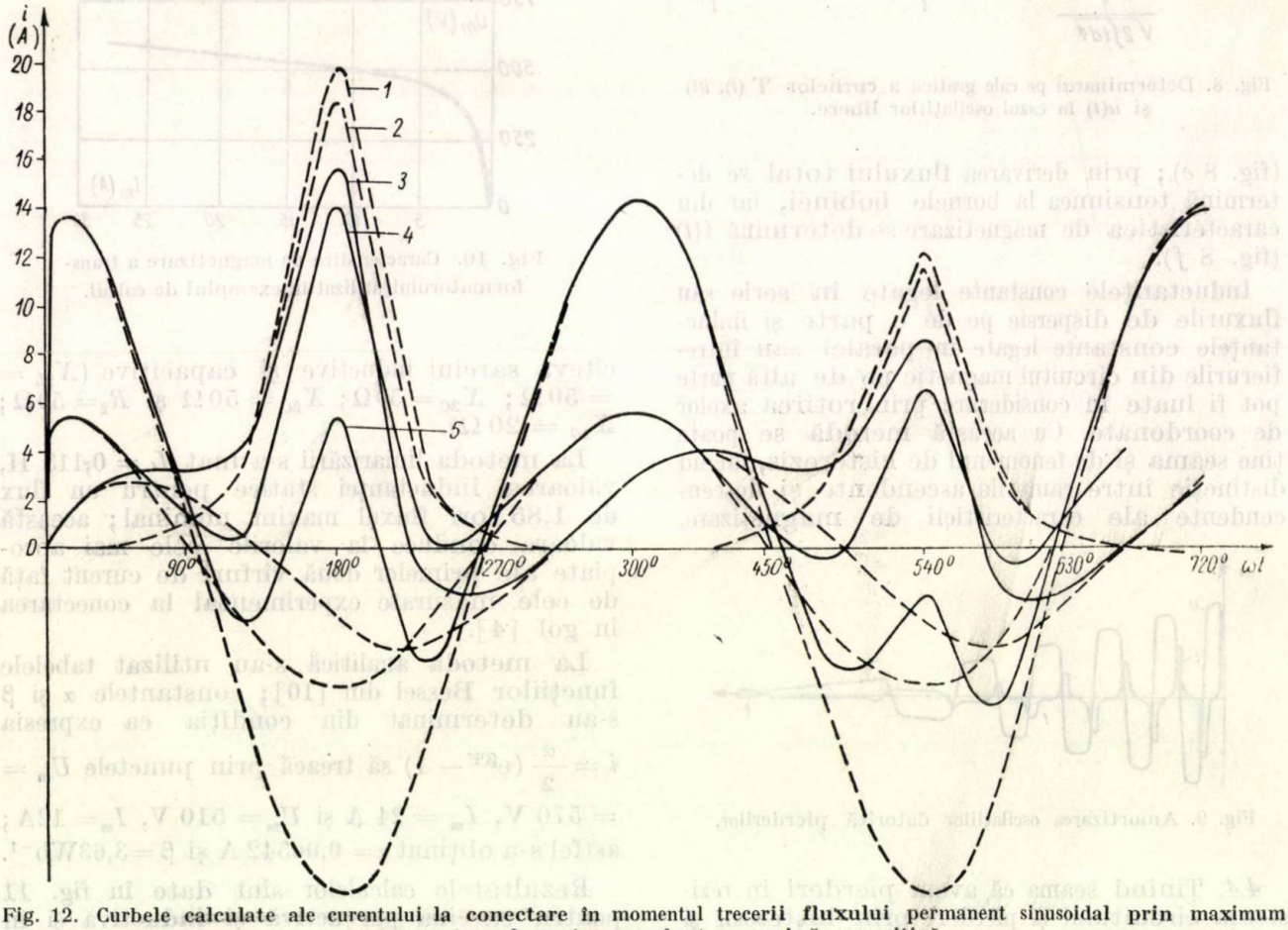


Fig. 12. Curbele calculate ale curentului la conectare în momentul trecerii fluxului permanent sinusoidal prin maximum pentru un transformator monofazat cu sarcină capacitivă :

1 — componenta de magnetizare a curentului primar pentru $R_2 = 0{,}87\ \Omega$, $X_{2C} = 50\,\Omega$, 20 Ω ; *2* — componenta de magnetizare a curentului primar pentru $R_2 = 50\ \Omega$, $X_{2C} = 50\ \Omega$; *3* — curentul primar pentru $R_2 = 50\ \Omega$, $X_{2C} = 50\ \Omega$; *4* — curentul primar pentru $R_2 = 0{,}87\ \Omega$, $X_{2C} = 20\ \Omega$; *5* — curentul primar pentru $R_2 = 50\ \Omega$, $X_{2C} = 50\ \Omega$.

la $R_2 = 50\ \Omega$, $i_{2max} = 11$ A; la $X_{2L} = 50\ \Omega$, $i_{2max} = 14{,}1$ A; la $X_{2C} = 50\ \Omega$ și $R_2 = 50\ \Omega$, $i_{2max} = 8{,}6$ A; la $X_{2C} = 50\,\Omega$ și $R_2 = 0{,}87\ \Omega$, $i_{2max} = 6{,}6$ A pentru $\omega t = 540°$; la $R_2 = 20\ \Omega$, $i_{2max} = 14{,}4$ A pentru $\omega t = 460°$, Cu metoda analitică s-a obținut: la $R_2 = \infty$, $i_{2max} = 15{,}6$A; la $R_2 = 50\ \Omega$, $i_{2max} = 14{,}4$ A pentru $\omega t = 540°$: la $R_2 = 20\ \Omega$, $i_{2max} = 15{,}6$ A pentru $\omega t = 510°$.

Cu ambele metode s-au obținut valori mici pentru componenta continuă a curentului secundar în cazul sarcinilor pur active.

Între rezultatele obținute prin metoda analitică și prin metoda liniarizării apar mici diferențe, care se datoresc aproximării caracteristicii magnetice, respectiv a inductanței ramurii de magnetizare.

6. Concluzii

Din acest studiu se pot trage concluziile:

1. Metoda liniarizării convenționale permite rezolvarea cu ușurință a regimului tranzitoriu la transformatoare cu orice tip de sarcină; dificultatea principală a metodei constă în alegerea unei inductanțe constante a ramurii de magnetizare care să conducă la valori calculate apropiate de cele experimentale pentru întregul regim tranzitoriu.

2. Pentru calcule mai precise a componentei de magnetizare, trebuie să se țină seama, cu una din metodele indicate, că fluxul liber nu variază după o lege exponențială.

3. La conectarea transformatoarelor în sarcină o mare influență asupra formei curentului și valorilor maxime o are mărimea și felul sarcinii. Componenta curentului primar datorită sarcinii fiind în general de același semn cu valorile maxime ale componentei de magnetizare la sarcină inductivă și de semn contrar la sarcină capacitivă, în primul caz sarcinile curentului primar vor fi mai mari, iar în al doilea caz vor fi mai mici decît componenta de magnetizare.

4. Datorită căderii de tensiune, diferită de cea la conectarea în gol, componenta de magnetizare scade la sarcină pur activă și în special la sarcină inductivă.

5. La deconectarea transformatoarelor cu sarcină capacitivă au loc oscilații nesinusoidale, a căror perioadă depinde mult de saturația circuitului magnetic.

Bibliografie

[1] *Saviuc V., Corlățeanu V., Murgu Z.*: Regimul tranzitoriu la conectarea transformatoarelor monofazate. Studii și Cercetări Științifice, Iași, Fizică și științe tehnice **10** (1959) 2, 159–176.

[2] *Saviuc V., Corlățeanu V., Murgu Z.*: Regimurile tranzitorii la conectarea și deconectarea transformatoarelor monofazate cu sarcină capacitivă. Studii și Cercetări Științifice, Iași, Fizică și științe tehnice, **11** (1960) 1, 39–50.

[3] *Neiman L. R., Kalantarov P. L.*: Bazele teoretice ale electrotehnicii. vol. II. E.E.S., București 1955, 434–450.

[4] *Воскресенский А. А.*: Расчет токов при переходных процессах в электрических цепях со сталью. Электричество, **75** (1954), 1, 61–68.

[5] *Rudenberg R.*: Fenomene tranzitorii în sistemele electroenergetice. Editura Tehnică, București, 1959, 596–616.

[6] *Бессонов Л. А.*: Переходные процессы в нелинейных электрических цепях со сталью. Госэнергоиздат, Москва-Ленинград, 1951.

[7] *Schmidt W.*: Vergleich der Grösstwerte des kurtzschluss — und Einschaltstromes von Einphasentransformatoren. Elektrotechn. Z. ed. A, **79** (1958) 21,801–806.

[8] *Kurtz E. B.*: Transformer Current and Power Inrusches Under Load. Electrical Engineering (1937) 8, 989–994.

[9] *Сиротинский Л. И.*: Техника высоких напряжений, часть третья, выпуск первый. Госэнергоиздат, Москва-Ленинград 1959.

[10] *****: Таблицы значений функций Бесселя отмнимого аргумента. Изд. Акад. Наук С.С.С.Р., Москва-Ленинград 1950,

Intrat în redacție la 2 noiembrie 1960.

I.8418/61
LEFORDITVA

Aparate noi pentru macarale electrice

Mihai Huhulescu * — București

CZ 621.316.5 : 621.87

Perfecționarea și automatizarea echipamentului electric al mașinilor de ridicat se înscrie pe linia însușirii tehnicii moderne în producția industriei noastre electrotehnice. Pentru realizarea schemelor noi de comandă și protecție a echipamentului se cer aparate cu caracteristici mult îmbunătățite. Articolul prezintă o serie de astfel de aparate realizate în industria noastră electrotehnică.

1. Primele construcții

Producția aparatelor electrice de protecție, comandă și semnalizare destinate podurilor rulante și macaralelor electrice a început în țara noastră acum 10 — 12 ani cu ajutorul Uniunii Sovietice.

Primele soluții adoptate au fost de tipul clasic, cu aparate funcționînd în circuitul principal al instalației. Aparatele au fost dimensionate a funcționa în curent alternativ la tensiuni pînă la 500 V. Regimul de lucru al acestor aparate este de 120 conectări pe oră la 40% durată de acționare.

În figura 1 este indicată schema electrică pentru un pod rulant cu cîrlig cu aparate funcționînd în circuitul principal.

* Ing. *M. Huhulescu* este inginer proiectant principal la întreprinderea „Electroaparataj" — București.

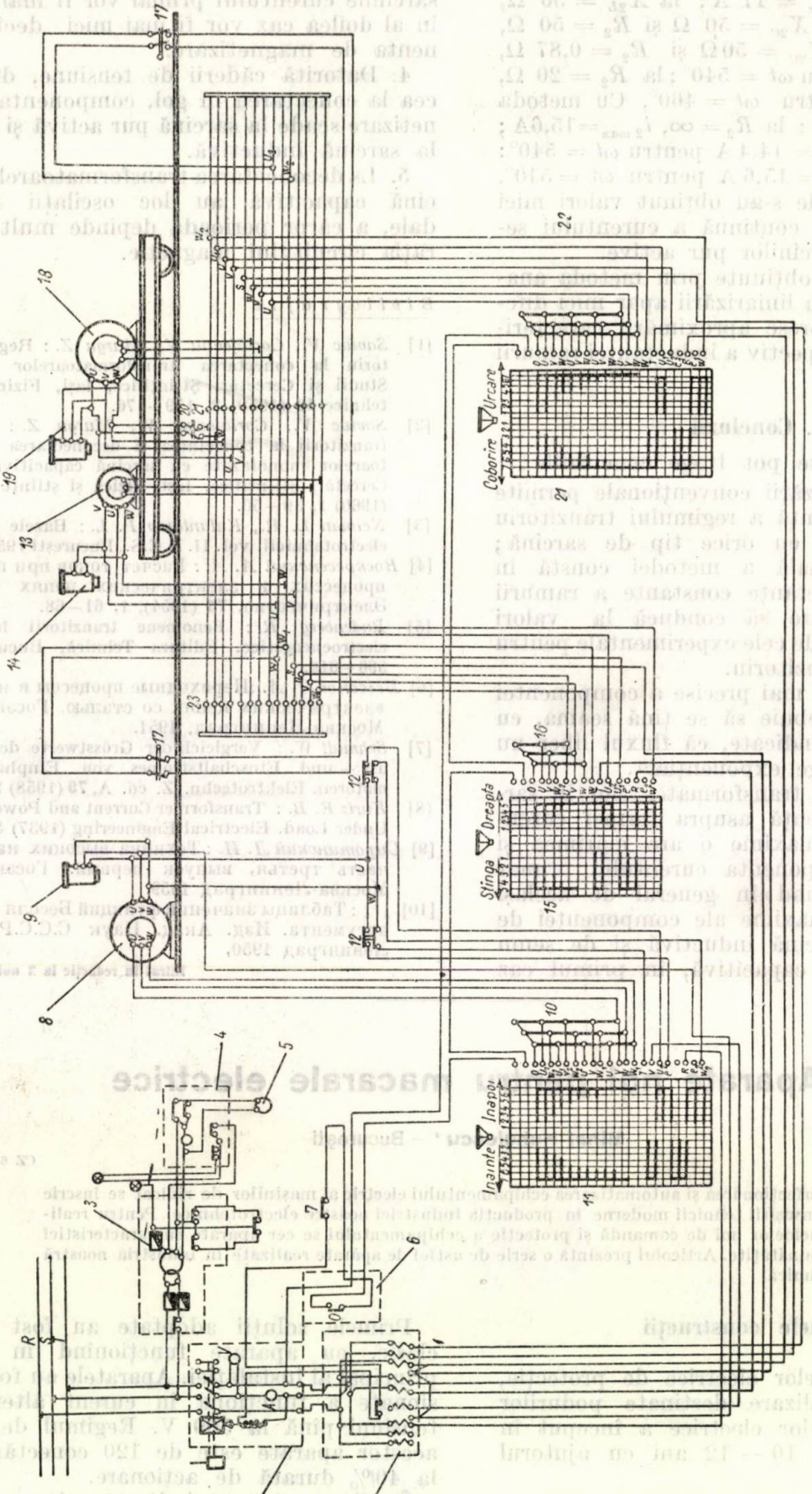


Fig. 1. Schemă electrică pentru pod rulant în comandă directă:
1 — cutie cu întreruptor automat; *2* — cutie cu relee; *3* — cutie de lumină cu transformator; *4* — cutie semnalizare; *5* — clopot; *6* — buton de oprire; *7* — broască-cabină; *8* — motor translație; *9* — electromagnet de frînare; *10* — rezistențe motor-translație; *11* — controler pod; *12* — limitator cursă pod; *13* — motor cărucior; *14* — electromagnet de frînare monofazat; *15* — controler-cărucior; *16* — rezistență motor-cărucior; *17* — limitator-cărucior; *18* — motor-sarcină; *19* — electromagnet de frînare motor-sarcină; *20* — limitator cursă sarcină; *21* — controler motor-sarcină; *22* — rezistență-motor-sarcină; *23* — întinzător-conductă; *24* — izolator de suspensie.

Culegătoarele de curent care captează curentul de pe firele de contract sînt de tipul rigid, cu rolă de contact sau cu patină din alamă (fig. 2). Aparatele au un curent nominal de

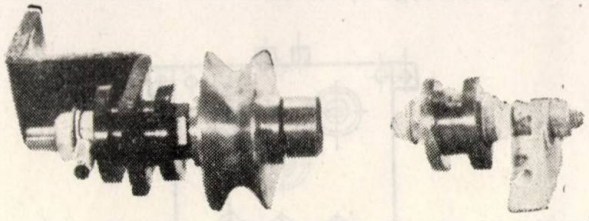


Fig. 2. Culegătoare de curent rigide:
a) — de 200 A; *b*) — de 100 A.

200 A respectiv 100 A. Forța de apăsare pe contact o realizează firul de cale care apasă prin greutate proprie pe culegător.

Fig. 3. Întinzător de conductă cu izolator de bachelită.

Firul de contact este întins la capete cu ajutorul unui întinzător de conductă cu izolator de bachelită (fig. 3).

Din loc în loc firul este susținut de piese susținătoare de conductă cu izolator de porțelan (fig. 4).

Curentul astfel captat este condus prin cabluri la un întreruptor general montat în cabina macaragiului, și care este compus dintr-un întreruptor automat de joasă tensiune cu mecanism de zăvorîre de 350 A montat într-o cutie metalică (fig. 5).

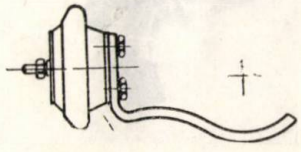


Fig. 4. Susținătoare de conductă libere.

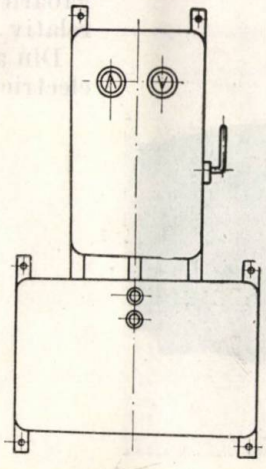


Fig. 5. Cutie cu întreruptor și cutie cu relee.

În continuare curentul este distribuit la cele patru electromotoare printr-o cutie cu patru grupuri de cîte două relee, electromagnetice de curent.

La podurile cu apucător (cu graifer) fiecare grup de relee protejează respectiv:

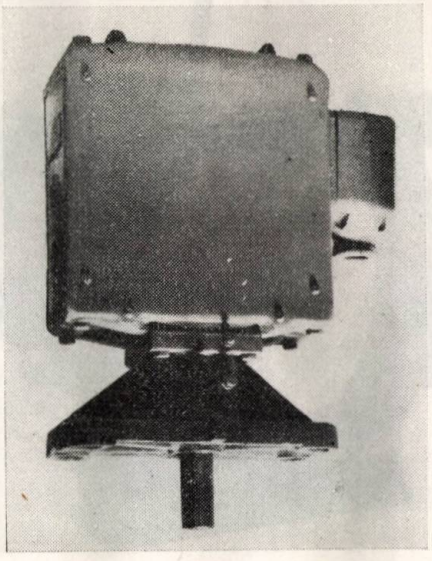
a) motorul podului;

b) motorul căruciorului;

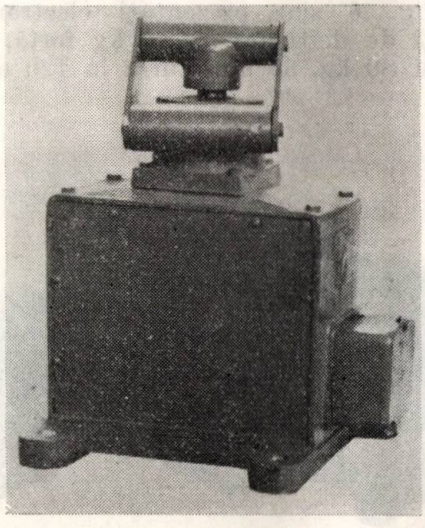
c) motorul cîrligului;

d) motorul graiferului.

În cazul podurilor cu un cîrlig se motează numai 3 grupuri de relee (pentru pod, cărucior, și cîrlig).



(*a*)



(*b*)

Fig. 6. Electromagneți trifazați pentru defrînare:
a — de 40 kg; *b* — de 80 kg.

Grupele de relee acționează asupra unui contact cu zăvorîre care întrerupe circuitul releului de tensiune minimă al întreruptorului automat, provocînd declanșarea acestuia.

Alimentarea motoarelor se face prin intermediul unor controlere directe. Aceste controlere servesc pentru reglajul vitezei motoarelor

prin introducerea de rezistențe în circuitul rotoric.

Pentru defrînarea motoarelor se folosesc electromagneți de defrînare trifazați și monofazați.

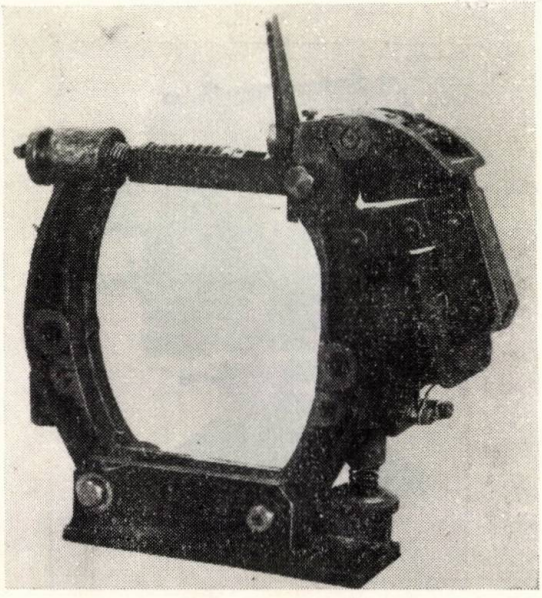


Fig. 7. Electromagnet monofazat montat pe frînă.

În fig. 6 sînt prezentați electromagneții trifazați de defrînare de 40 kg forță, 50 mm cursă și 80 kg, 30 mm cursă la 120 conectări pe oră.

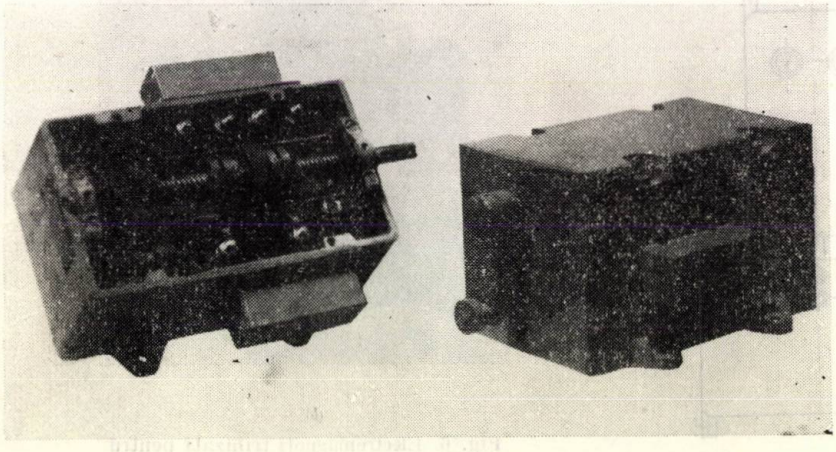


Fig. 8. Limitatoare de cursă cu contacte în ulei: *a* — cu pîrghie; *b* — cu șurub.

Pentru frînarea pe tambur cu diametrul de 200 mm se folosește un magnet monofazat de 12 kg și 15 mm cursă (fig. 7).

Limitarea cursei podului se face prin limitatoare de cursă cu pîrghie cu contactele în ulei (fig. 8 *a*). Pentru limitarea curesei cîrligului se folosesc limitatoare cuplate pe axul motorului de ridicare (fig. 8, *b*). Curentul nominal al acestor aparate este 60 A la 500 V.

Iluminatul podului se face cu ajutorul unei cutii care conține un transformator coborîtor de tensiune (fig. 9) de la 380 V la 120 V.

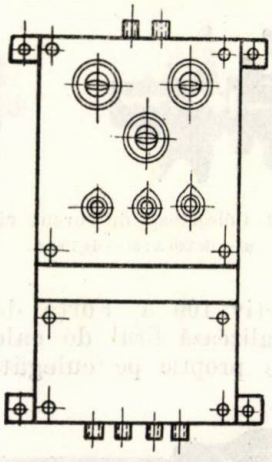


Fig. 9. Cutie de lumină cu transformator.

Pentru semnalizare se folosește un clopot electric alimentat la tensiunea de 12 V (fig. 10).

2. Realizări noi

Folosirea schemelor electrice cu comandă în circuitul principal prezintă în aparență o oarecare simplificare. Marele dezavantaj îl constituie însă realizarea unor aparate grele, cu gabarit mare și o durată de viață relativ redusă.

Din această cauză echipamentul electric era supus unor reparații dese care produceau întreruperi dăunătoare în utilizarea macaralei respective. În plus puterea motoarelor comandate este limitată de posibilitatea de a realiza aparate de comandă de dimensiuni acceptabile.

Fig. 10. Clopot de semnalizare.

Dezvoltarea impetuoasă a industriei grele din țara noastră a pus în fața constructorilor

sarcina de a realiza macarale pentru cele mai diferite sarcini și utilizări.

Realizarea acestor macarale cu comandă în circuitul principal necesită executarea unei mari varietăți de aparate grele.

Ținînd seamă și de faptul că, în ultimul timp, constucția contactoarelor cu mare durată de viață a luat o mare dezvoltare, s-a impus ideea înlocuirii schemelor electrice cu comandă directă cu scheme cu comandă indirectă.

Folosirea schemelor cu comandă indirectă prezintă avantajele : posibilitatea realizării unei mari varietăți de scheme cu un număr de aparate relativ restrîns, rezistența mare a echipamentului la uzură electrică și mecanică, simplificarea echipamentului electric (controlere, limitatoare de cursă), ieftinirea instalației electrice prin folosirea pentru comenzi a cablurilor cu secțiune mică, posibilitatea de comandă de la distanță absolut necesară în cazul funcționării în instalații prezentînd pericol de accidente (reactoare atomice, furnale), frecvența mare de acționare (pînă la 600 acționări pe oră), automatizarea instalațiilor etc.

Aceste scheme prezintă însă dezavantajul complicării instalațiilor electrice datorită contactoarelor folosite pentru comandă.

O schemă cu comenzi indirecte cu contactoare este arătată în fig. 11.

Protecția generală a instalației este asigurată printr-un contactor de 200 A montat într-o cutie metalică tip de protecție P-32. În această cutie (fig. 12) se află montat un ampermetru cu transformator de măsură. Capacitatea de rupere a contactorului 1 600 A la 550 V și cos $\Phi = 0{,}4$.

Avantajele acestui aparat față de cutia cu întreruptor automat sînt :

— contactorul nu este sensibil la variații și șocuri care să producă declanșarea aparatului ;

— contactorul poate fi comandat de la distanță ;

— rezistența mecanică a contactorului la manevre repetate este mai mare față de un întreruptor automat cu mecanism de zăvorîre (1 200 000 manevrări garantate).

Protecția electromotoarelor este realizată cu o cutie cu relee electromagnetice de curent (fig. 13).

Reglajul acestor relee se face la o valoare de 2,5 ori curentul absorbit de motorul respectiv.

Releele acționează asupra unui mecanism cu declanșare liberă care produce deschiderea unui contact în serie cu bobina contactorului.

Releele sînt introduse într-o cutie de tablă (tip de protecție P-32) prevăzută cu un vizor pentru semnalizarea optică a declanșării.

În cutie sînt montate 4 grupe de cîte 2 relee legate la fazele R și T. Faza S este protejată de un singur releu comun.

Curenții nominali ai grupelor de relee sînt respectiv : 100 A, 60 A, 25 A, și 15 A.

Releul comun are un curent nominal de 200 A.

În cazul deschiderii cutiei pentru a se efectua reglajul releelor, un contact de protecție produce declanșarea contactorului principal înlăturînd astfel posibilitatea unui accident prin electrocutare.

Contactoarele folosite pentru scurtcircuitarea rezistențelor de reglaj a vitezei sînt închise în cutii de tablă cu garnituri de cauciuc (fig. 14) tipul de protecție P-43.

Aceste contactoare sînt închise individual în cutii care pot fi grupate în tablouri în funcție de necesitățile schemei. Ele au un curent nominal de 100 A și tensiune nominală de 500 V. Capacitatea de rupere este de 800 A la 550 V.

Rezistența mecanică la manevre repetate a acestor contactoare este de 2 000 000 manevrări. Ele sînt prevăzute cu contacte de argint care asigură :

— o bună rezistență la uzură datorită arcului electric ;

— o încălzire constantă a locului de contact în timp, datorită faptului că oxidul de argint este bun conducător de curent electric.

Captarea curentului se face cu ajutorul unor culegătoare de curent, elastice cu rolă (fig. 15).

Culegătoarele elastice prezintă multiple avantaje față de cele rigide :

— rezistență mare la rulare (peste 500 km) datorită uzurii mici ;

— izolație mai bună față de masă prin izolatoarele de porțelan ;

— uzură mai mică a firului de cale datorită presiunii aproape constante pe care o dă rola.

Pentru comanda macaralelor cu apucător (cu graifer) se folosesc cutii cu 4 contactoare de tip modern cu contacte de argint.

Două contactoare bipolare de 60 A servesc ca inversoare de sens la motorul apucătorului, al treilea contactor de 25 A pentru comanda frînării subsincrone și al patrulea contactor tot de 25 A pentru comanda electromagnetului de frînă (fig. 16).

Cutia cu contactoare este executată din tablă, tip de protecție P-32.

Intrarea în aparat se face cu tuburi de protecție etanșe (IPE).

Îmbunătățirea frînării a fost realizată prin realizarea unor noi electromagneți de defrînare cu o forță utilă de 40 și 80 kg (fig. 17).

Acești electromagneți au performanțe ridicate față de vechea construcție. Numărul de conectări pe oră a crescut la 600 pentru electro-

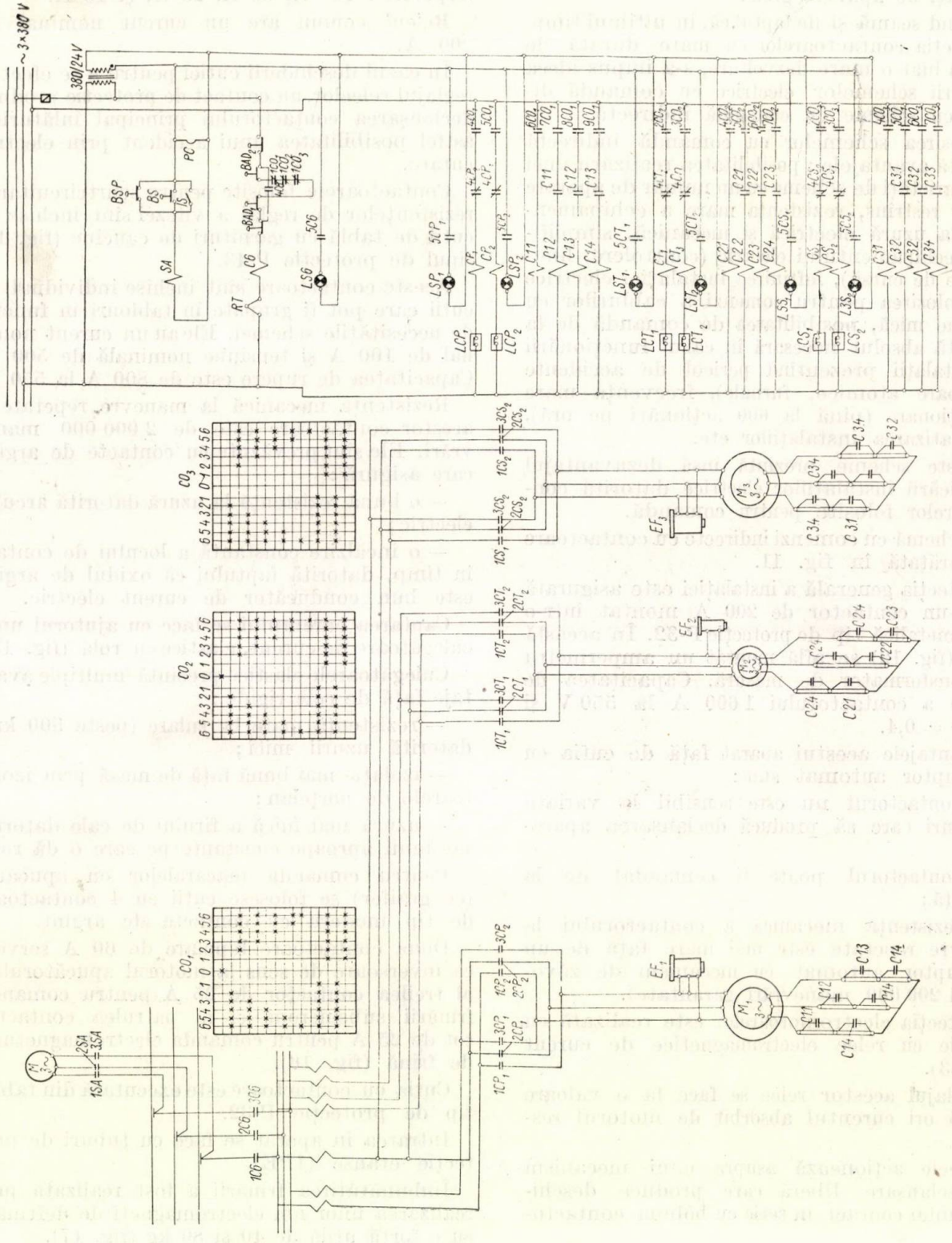


Fig. 11. Schemă electrică cu comandă indirectă prin contactoare.

magnetul de 40 kg și la 300 pentru electromagnetul de 80 kg la o durată de conectare de 40%.

Durata de viață garantată depășește 1 000 000 manevrări. Amortizarea cu aer a fost mult simplificată și îmbunătățită, realizîndu-se un timp de 0,1 s pe centimetrul de cursă. Reglajul amortizării se face cu un șurub lateral.

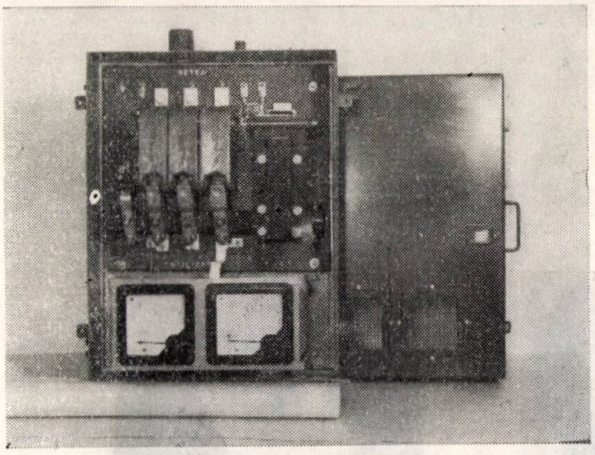


Fig. 12. Cutie cu contactor de 200 A.

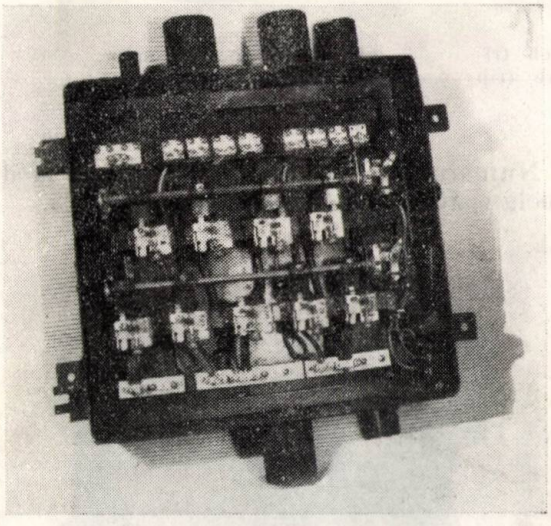


Fig. 13. Cutie cu relee 100 A.

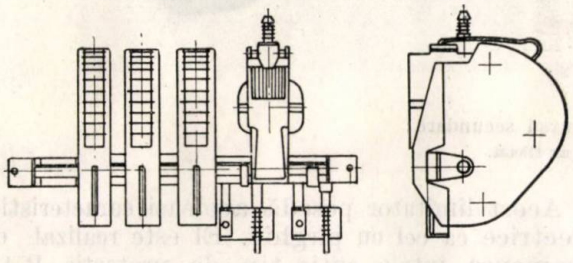


Fig. 14. Contactor 100 A pentru acționare.

Semnalizarea a fost și ea mult îmbunătățită prin realizarea unui clopot cu motor. Acest clopot este acționat de un electromotor trifazat de 150 W cu 2 830 rot/min (fig. 18).

Sunetul produs de clopot are o frecvență cuprinsă între 5 000 și 8 000 Hz. Intensitatea sonoră este de 90—100 db la o distanță de 5 m de axa clopotului.

Clopotul este alimentat prin intermediul unui contactor tripolar de 10 A montat în interiorul cutiei cu contactor de 200 A. Acest

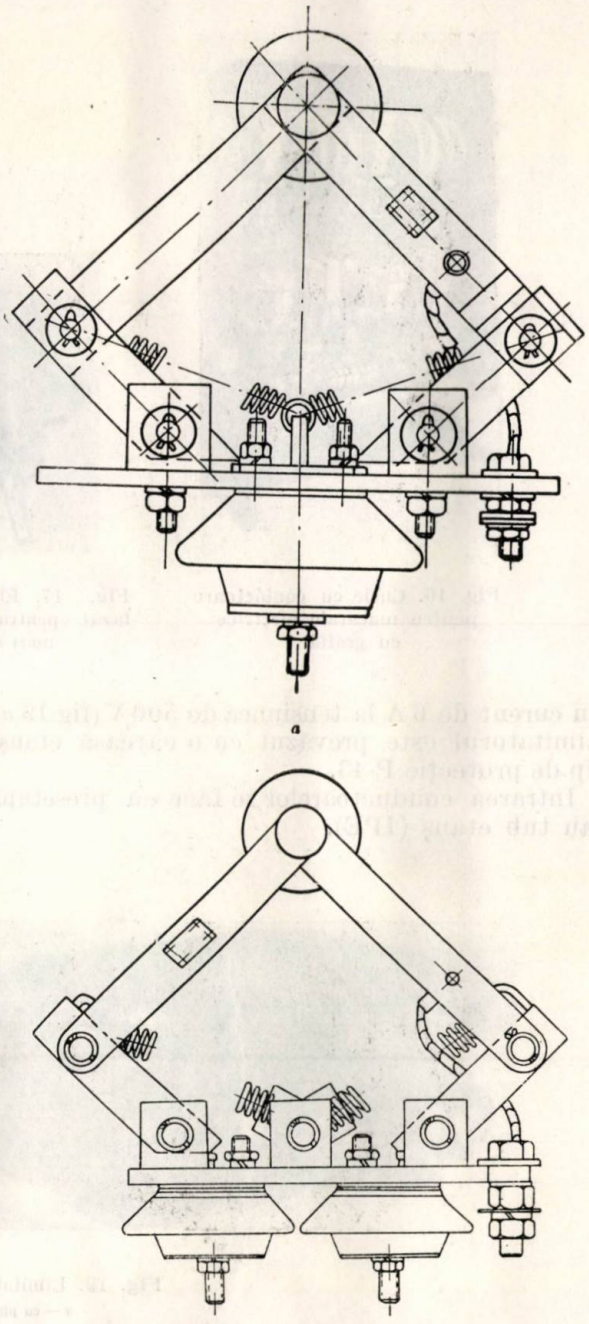


Fig. 15. Culegătoare elastice : *a* — de 100 A ; *b* — de 200 A.

contactor are bobina de 24 V alimentată de secundarul transformatorului de lumină și comandă.

Limitarea cursei căruciorului și a podului se face cu un limitator de cursă secundar cu pîrghie. Acest limitator este executat pentru

Limitatorul de cursă secundar pentru cîrlig are o construcție specială care permite deschiderea unui contact atunci cînd limitatorul a depășit un anumit număr de ture. Limitarea se face atunci cînd limitatorul se învîrtește fie într-un sens fie în celălalt (fig. 19, *b*).

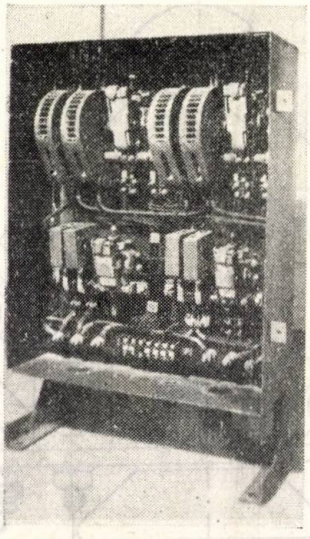


Fig. 16. Cutie cu contactoare pentru macarale electrice cu graifăr.

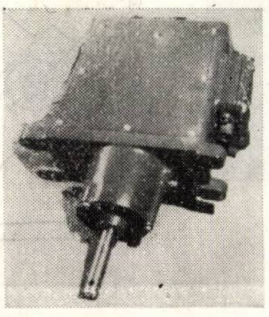


Fig. 17. Electromagnet trifazat pentru defrînare (tip nou) de 40 kg.

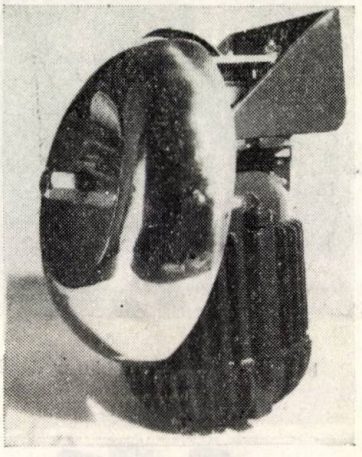
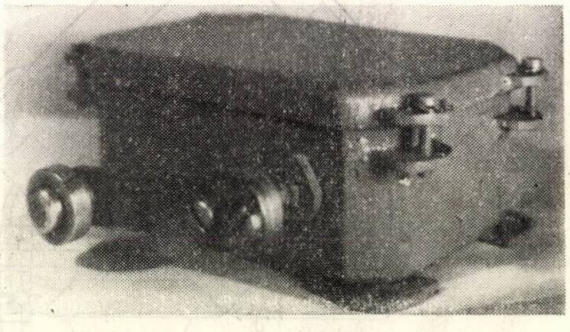


Fig. 18. Clopot cu motor.

un curent de 6 A la tensiunea de 500 V (fig. 19, *a*). Limitatorul este prevăzut cu o carcasă etanșă tip de protecție P-43.

Intrarea conductoarelor se face cu presetupă sau tub etanș (IPE).

Numărul de ture realizat pentru a produce declanșarea poate fi reglat de la 2 la 23.



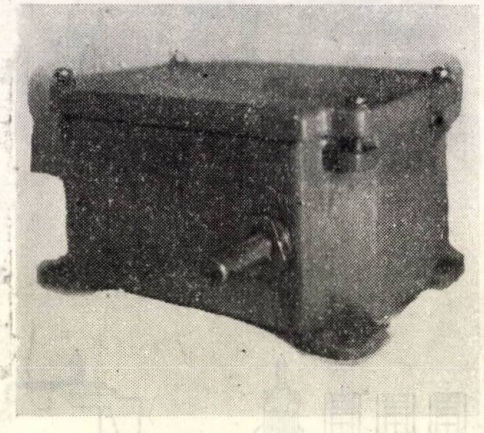


Fig. 19. Limitatoare de cursă secundare :
a — cu pîrghie : *b* — cu ax filetat.

Limitatorul are un contact normal deschis și un contact normal închis. Contactele limitatorului sînt realizate din nituri de argint pur. Contactele sînt dimensionate pentru un curent de 6 A la tensiunea de 500 V.

Pîrghia de acționare este readusă în poziția normală de un resort. Ea poate fi montată în patru poziții la 90° una față de cealaltă.

Acest limitator posedă aceleași caracteristici electrice ca cel cu pîrghie. El este realizat de asemenea într-o cutie tip de protecție P-43. Întinderea firelor de cale se face cu un întinzător cu izolator ceramic (fig. 20).

Forța pe care o poate suporta acest întinzător este de 500 kg. Comanda iluminatului și semnalizării pe pod se face cu 2 cutii de ilu-

minat și semnalizare. Cutia de iluminat conține un transformator de 500 VA tensiune 380/120/24 V cu siguranțele de protecție și întreruptoarele de comandă tip pacco de 10 A.

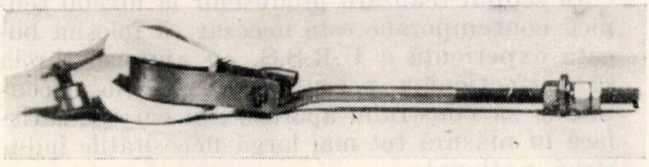


Fig. 20. Întinzător de izolator ceramic.

A doua cutie conține butoanele de acționare a clopotului cu motor și a contactorului principal, precum și întreruptorul pentru semnalizarea optică. Ambele aparate sînt realizate în cutii de tablă tip de protecție P-32 (fig. 21).

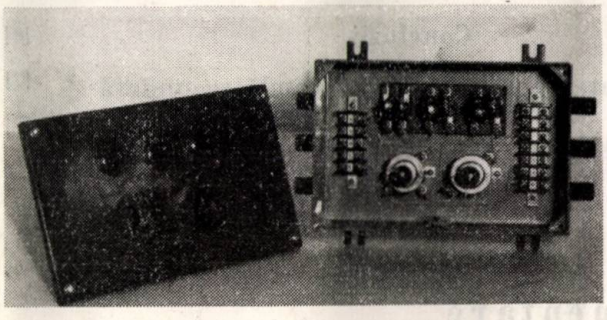


Fig. 21. Cutii de lumină (*a*) — și semnalizare (*b*).

Trebuie de asemenea menționat că în afara echipamentului destinat macaralelor mari au fost realizate în ultimul timp și aparate pentru macarale mici (palane, monoșine etc.) ca de exemplu contactorul bipolar de 25 A pentru palane (fig. 22).

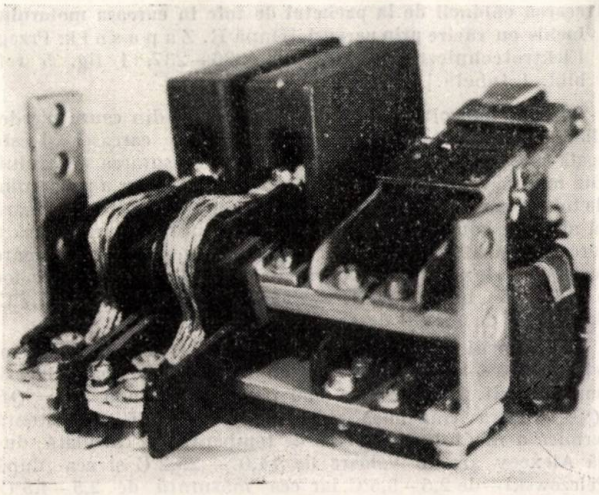


Fig. 22. Contactor bipolar de 25 A pentru palane.

3. Perspective de viitor

a) Puternica dezvoltare a redresoarelor cu siliciu și germaniu precum și îmbunătățirea continuă a redresoarelor cu seleniu au permis ca în anumite instalații de automatizare și telecomandă să se înlocuiască curentul alternativ cu curent continuu.

Aplicarea sistemului de comandă în curent continuu la echipamentele de poduri rulante și macarale electrice prezintă multiple avantaje : lipsa vibrațiilor la electromagneții contactoarelor, puterile absorbite pentru acționarea contactoarelor mai mici decît în curent alternativ, comenzi ferme.

O altă utilizare a curentului continuu o constituie acționarea electromotoarelor de ridicare în curent continuu. Această acționare permite o mai mare elasticitate în reglarea vitezelor de antrenare a sarcinilor.

De asemenea, curenții absorbiți de electromagneții de defrînare sînt mai mici la cei de curent continuu decît la cei de curent alternativ.

b) Protecția electromotoarelor și electromagneților de frînă la o macara sau pod rulant este în momentul de față nesatisfăcătoare. Regimul de funcționare al acestor instalații este intermitent cu frecvența și durata de acționare foarte variabile. Din această cauză nu este posibilă o protecție eficace împotriva suprasarcinilor, întreruperii unei faze și depășirii frecvenței limită de acționare.

Protecția prin relee bimetalice nefiind eficace, motoarele rămîn protejate numai de relee de scurtcircuit.

Pentru îmbunătățirea acestei situații se impune protejarea electromotoarelor cu capsule bimetalice montate chiar în interiorul bobinajului electromotoarelor.

Aceste capsule au marele avantaj că măsoară în mod eficace temperatura bobinajului

și în cazul depășirii unei anumite limite de temperatură produc închiderea unui contact.

Acest contact acționează asupra unui releu intermediar care produce apoi declanșarea contactorului de protecție.

Folosirea capsulelor bimetalice complică puțin instalația în sensul că apar cîteva fire în plus la tambal, însă avantajele unei protecții sigure compensează complicarea instalației.

c) Pentru realizarea frînării electromotoarelor au fost realizate în ultimul timp frîne electrohidraulice.

Aceste frîne sînt realizate pe baza unui electromotor ce antrenează o turbină hidraulică. Turbina hidraulică acționează asupra unui piston care produce frînarea.

Folosirea frînei electrohidraulice prezintă următoarele avantaje: frînarea rapidă, număr mare de acționări pe oră, mișcarea lină și fără șocuri, puterea absorbită de la rețea este mult mai redusă decît la electromagneții de frînă, gabaritul frînei electrohidraulice este mai mic.

Concluzii

Realizarea aparatelor cu comandă secundară pune la dispoziția beneficiarilor posibilități mult mai mari de construire a macaralelor electrice.

Fără îndoială că în acest domeniu mai sînt unele probleme de rezolvat cum ar fi realizarea electromagneților de de frînare cu forțe relativ mici (3—5 kg), executarea butoanelor de comandă pentru macarale monoșină etc.

În scopul realizării produselor la nivelul tehnicii contemporane este necesar să folosim bogata experiență a U.R.S.S. cu ajutorul căreia să perfecționăm necontenit aparatele executate și să construim aparate noi care să satisfacă în măsură tot mai largă necesitățile industriei naționale.

Bibliografie

[1] * * * „Manualul inginerului electrician vol. VIII, Editura Tehnică, București, 1959.

[2] *Segal H., Linde C.* și *Prucariu I*: Mașini de ridicat și transportat. Editura Tehnică, București 1960.

[3] *Boțan M., Sebastian Poeală N.*: Acționarea electrică și utilajul electric ale podurilor rulante. Editura Tehnică, București, 1956.

[4] *Sprivacovski A. O. Rudenco N. F.*: Mașini de ridicat și transportat. Editura Tehnică, București, 1953.

[5] *Bogdanov E. S. Petuhov P. Z.*: Dispozitive de frînare ale macaralelor". Editura Tehnică, Științifică de stat, Moscova 1952.

[6] * * * Cataloage și prospecte ale întreprinderilor electroaparataj. E A W, Elektrim, Dinamo, Aeg — Union.

[7] *Eugen Tornos*: Nouveaux interrupteur de fin de course. A S E A — Révue **32**(1960)1, 20—22.

[8] * * * : Manualul inginerului mecanic Vol.I Editura Tehnică, București, 1950.

Intrat în redacție la 24 octombrie 1960.

Documentare

621.313 *Mașini electrice*

CZ 621.313.017.7

Alegerea unei densități potrivite de curent în masinile electrice. [După St. Kaniewski: Przeg. Elektrotechniczny **35** (1960) 7, 308 — 309.]

Problema răcirii mașinilor electrice a fost rezolvată în trecut prin calculul pierderilor totale în partea activă din mașină și al suprafeței necesare pentru a le evacua, ținîndu-se seama de condițiile răcirii. Pe urmă s-a introdus metoda schemelor termice. Prima metodă este foarte aproximativă, a doua, deși mai rațională, este extrem de complicată și anevoioasă. De aceea în lucrarea de față s-a luat ca bază dependența încălzirii de valoarea Aj produsul curentului A prin densitatea j. Se știe că Aj crește pe măsură ce crește viteza periferică și poate ajunge la viteze mari la o valoare de 2000. Acest produs poate fi socotit ca criteriu pentru pierderile pe unitatea de suprafață cilindrică a statorului sau rotorului.

În cartea „Standard book for electrical Enginners" se află un grafic al dependenței produsului Aj de viteza periferică a mașinilor de curent continuu la o încălzire a înfășurării cu 50°C peste temperatura mediului. Această curbă analizată matematic, permite următoarele concluzii privitoare la valoarea admisibilă a produsului Aj: a) el nu depinde de pierderile în fier; *b*) depinde de diametrul rotorului; c) se mărește într-un grad mic cu mărirea lungimii statorului.

În construcția mașinilor trebuie să se acorde atenție unei bune ventilații a înfășurărilor frontale, dacă ele joacă un rol important, înfășurarea lor nu trebuie să fie prea strînsă și mănunchiurile înfășurărilor să nu adere unele de altele. Poate ar trebui introduse canalele de ventilație perpendiculare pe axa rotorului, deoarece sistemul actual răcește în special tolele.

Metoda de mai sus nu este convenabilă pentru calculul încălzirii turbogeneratoarelor.

I. K.

CZ 621.313.1—213.3 : 621.3.017.72

Trecerea căldurii de la pachetul de tole la carcasa motorului închis cu răcire prin nervuri. [După R. Zapasnik: Przeg. Elektrotechniczny **36** (1960) 6, 236—237, 1 fig. 5 ref. bibl. 1 tabelă.]

Căldura dezvoltată într-un motor închis din cauza pierderilor se transmite mediului prin nervurile carcasei și este egală cu suma pierderilor în fierul și în înfășurarea statorului. Din motive tehnologice nu este posibilă o așezare a pachetului de tole în carcasă, astfel încît întreaga lui suprafață exterioară să aibă un contact metalic perfect cu suprafața interioară a carcasei. Stratul intermediar subțire de aer prezintă o mare rezistență fluxului de căldură. În această rezistență are loc o cădere de temperatură, evaluată de Halt la 13,5—5,7°C, dependent de modul de așezare a tolelor.

Laboratorul de mașini electrice al Institutului Electrotehnic a întreprins cercetări pentru a stabili valoarea reducerii temperaturii. Experiențele s-au bazat pe formula $\Delta\vartheta = QR$ (Q — căldura transmisă prin mediul dat, R — rezistența termică a mediului). Căderea de temperătură calculată după Alexeev are o valoare de 14,0 — 25,2°C și cea după Pelczewski — de 2,5—5,5°C, iar cea măsurată de 2,5—4,5°C. Diferența atît de mare între rezultate se datorește grosimii golului de aer admis de Alexeev și Pelczewski, cît și modului

de montare a pachetului în carcasă (montare în bloc sau ajustare individuală). Încercările de a reduce căderea de temperatură prin umplerea golului cu o vopsea de grunduire nu au dat un rezultat pozitiv. În consecinţă căderea de temperatură depinde de modul de montare a tolelor.

I. K.

CZ 621.313.13—592.35

Motor cu frînă electromagnetică. [După L e c h L i s : Wiadomosci Elektrotechniczne (**27**) **20** (1960) 7 195 — 196, 2 fig.],

Din cauza inerţiei maselor în mişcare, în instalaţiile automatizate oprirea sau deplasarea unui element mobil necesită, în afară de deconectarea motorului şi frînarea pentru a reduce timpii morţi şi a îmbunătăţi procesul tehnologic. Cele mai indicate în acest scop sînt frînele magnetice legate constructiv de motor.

Din mai multe tipuri de construcţii existente, cea mai convenabilă şi simplă este frîna electromagnetică cu bobina alimentată în curent continuu, caracterizată prin durata relativ lungă a frînării. Deseori se foloseşte acelaşi dispozitiv pentru motoarele de curent alternativ, cu toate neajunsurile legate de montarea unui redresor. Motorul de frînare construit la laboratorul pentru construcţia dispozitivelor şi maşinilor electrice al Institutului Electrotehnic este un motor de serie de curent continuu tip PCSK 87—40, 80 W, 220 V, 4 000 rot/min, în care s-a înlocuit arborele cu un altul cu un capăt liber mai lung, s-a înlocuit un capac şi s-a montat frîna. După transformare lungimea motorului s-a mărit cu circa 55 mm = 25 % din lungimea totală. Merită atenţie două detalii de construcţie : montarea jugului electromagnetului şi inelului de frecare pe o membrană, reducînd astfel forţa necesară pentru deplasarea acestor elemente pe arbore, şi legarea în serie a bobinei electromagnetului cu motorul folosindu-se astfel curentul de pornire pentru deblocarea frînei ; după ce s-a atras jugul pentru menţinerea lui este suficient curentul de mers în gol. S-a observat experimental că pentru deblocarea frînei este nevoie de o tensiune de 4 V şi pentru menţinerea jugului în această poziţie un curent de 0,3—1,5 W dependent de sarcină.

I. K.

Recenzii

CZ 621.3(021)

Manualul inginerului electrician. Editura Tehnică, Bucureşti.

Grija Partidului şi Guvernului nostru pentru dezvoltarea tehnicii şi culturii a avut ca rezultat printre altele şi faptul că în ultimii 10 ani a apărut un mare număr de lucrări originale romîneşti.

În domeniul electrotehnicii poate una dintre lucrările originale cele mai reprezentative apărute este ,,Manualul Inginerului Electrician". Aceasta deoarece manualul a fost elaborat de un colectiv larg de autori, între care se numără academicieni şi profesori universitari, cadre de specialitate din industrie şi din institute de cercetări şi proiectări, specialişti recunoscuţi în domeniul lor de activitate.

În total la elaborarea celor 8 volume, cuprinzînd peste 6 000 pagini au participat circa 100 de autori.

Prin modul de organizare a muncii de elaborare, în colectiv, şi prin linia aplicativă urmărită, Manualul Inginerului Electrician este o lucrare de electrotehnică unică la noi în ţară.

Elaborarea ,,Manualului" a fost iniţiată de ASIT în epoca începerii planului de elctrificare a ţării, epocă în care literatura tehnică autohtonă precum şi cea tradusă era foarte restrînsă, iar sarcinile construcţiei socialiste necesitau cadre care să cunoască bine specialitatea în care lucrează.

Varietatea mare a problemelor de care se loveşte în practica sa un inginer electrician a condus la conceperea manualului sub o formă care să cuprindă majoritatea domeniilor de activitate. Din această cauză manualul este o lucrare extrem de vastă.

Cele 8 volume ale manualului cuprind :

— bazele fizice ale electrotehnicii (vol. I);

— echipamentul electrotehnic, adică maşini electrice, aparate şi dispozitive necesare producerii, transportului, distribuţiei şi utilizării energiei electrice (vol. II, III, IV);

— materiale electrotehnice (vol. VII);

— utilizări generale ale energiei electruce : iluminatul, electrocăldura, aplicaţii mecanice (vol. V);

— instalaţii electrice de înaltă şi joasă tensiune la consumator, pentru utilizarea energiei electrice (vol. VII);

— folosirea energiei electrice de către principalii consumatori : transporturile (Vol. VI) şi industria (vol. VIII).

Se observă că deşi au fost cuprinse în cele 8 volume ale manualului foarte multe probleme, pornind de la bazele fizice ale electrotehnicii şi terminînd cu folosirea energiei electrice, un domeniu atît de important cum este cel al instalaţiilor producătoare şi de distribuţie, adică al centralelor electrice, a staţiilor şi liniilor, nu este cuprins în manual.

Forma de prezentare a materialului adoptată în ,,Manual" este demnă de remarcat. În comparaţie cu alte cărţi similare din străinătate, în ,,Manual" s-a urmărit ca pe lîngă o fundamentare teoretică riguroasă a fenomenelor să se prezinte concret aplicaţiile în aşa fel încît ele să poată sluji drept ghid în munca practică. Pe lîngă aceasta s-a avut în vedere prezentarea amănunţită a produselor industriei noastre electrotehnice şi a soluţiilor tehnice ce se aplică la noi în ţară permiţînd prin aceasta folosirea manualului şi ca un îndreptar în muncă.

Tocmai acest fel de prezentare a problemelor, care permite cititorului să se introducă fără efort în problema care-l interesează este una din calităţile manualului.

Urmărind mai în detaliu structura manualului se remarcă următoarele :

În volumul I capitolul cuprinzînd bazele teoretice ale electrotehnicii elaborat sub redacţia regretatului prof. C. Budeanu sintetizează expunerea fenomenelor, legilor şi relaţiilor întîlnite în mod curent în aplicaţiile electrotehnicii. Expunerea riguros ştiinţifică a materialului este armonios îmbinată cu partea aplicativă.

Acest capitol permite inginerului să-şi reîmprospăteze cunoştinţele teoretice şi în acelaşi timp este util şi studenţilor facultăţilor electrotehnice. În acest capitol se prezintă şi metodele cele mai noi de calcul, care îşi fac din ce în ce mai mult loc în rezolvarea problemelor de electrotehnică, cum sînt, calculul operaţional şi matricial.

În acelaşi volum mai trebuie menţionat capitolul despre Măsurile electrice, care se remarcă printr-o structură sistematică şi claritatea prezentării.

Succesul deosebit al volumului I epuizat foarte curînd după apariţia lui dovedeşte că a corespuns necesităţilor.

Este cazul să menţionăm că pe lîngă prof. C. Budeanu la acest volum şi-au dat contribuţia şi prof. dr. I. S. Antoniu, prof. I. Constantinescu, prof. Ed. Nicolau, prof. Alex. Popescu, conf. Cr. Popescu şi conf. C. Mocanu.

Considerăm în general că volumul I al manualului a fost în mod judicios întocmit, dar la o viitoare ediţie a acestuia va trebui să se facă un loc mai larg definiţiilor, putîndu-se folosi în acest scop materialul vast al Lexiconului Tehnic, ediţia a II-a şi va trebui să se insiste mai mult asupra unificării părţilor redactate de fiecare autor în parte, în privinţa ponderării capitolelor, exprimării şi notaţiilor.

Volumul II elaborat sub conducerea prof. academician I. S. Gheorghiu tratează maşinile electrice. Volumul cuprinde atît teoria maşinilor electrice cît şi probleme de funcţionare, proiectare, construcţie şi încercări. Materialul este preţios şi prin faptul că se prezintă exemple de calcul şi tabele. Se prezintă pe larg şi maşinile speciale care de obicei sînt destul de sumar prezentate în tratatele curente de maşini electrice. Volumul este valoros pentru că a reuşit să prezinte

concentrat toate aspectele esențiale ale mașinilor electrice, evidențiind în același timp și realizările din R.P.R. în acest domeniu.

Componența colectivului de autori, care cuprinde pe lîngă profesori și conferențiari cu experiență didactică și cadre de valoare din cercetare și producție a contribuit fără îndoială la succesul acestui volum care s-a epuizat rapid.

Volumul III tratează surse electrochimice și mutatoare. Volumul este util în special datorită faptului că dezvoltă pe larg capitolul mutatoarelor a căror descriere în literatura noastră tehnică este destul de restrînsă. De asemenea a fost utilă expunerea teoriei redresării, întrucît redresoarele se folosesc în ultimul timp din ce în ce mai larg în tehnică.

Volumul IV elaborat sub redacția membrului corespondent al Academiei R.P.R. dr. ing. A. Avramescu cuprinde domeniul aparatelor de conectare, de protecție și automatizare.

Sistematizarea unui material atît de vast și în permanentă evoluție este cu siguranță foarte dificilă. Orientarea dată capitolelor din volum o găsim judicioasă. Autorii s-au străduit să dea inginerului electrician o orientare asupra problemelor teoretice și practice, insistînd în special asupra aparatelor de utilizare curentă. Trebuie remarcată contribuția la acest volum a prof. C. Penescu, specialist cu o îndelungată practică în producție și activitate didiactică , precum și a prof. C. Steinberg.

Volumul V al „Manualului" consacrat utilizărilor generale ale energiei electrice : iluminat, electrocăldură și acționări electrice, cuprinde aplicarea fizică a fenomenelor precum și metodele și datele practice necesare proiectării și exploatării instalațiilor. Materialul volumului este bogat în indicații explicative, tabele și date necesare, a căror concentrare în manual reprezintă o ușurare considerabilă a muncii inginerului.

Se remarcă în acest volum capitolul despre sudura electrică, elaborat de academician prof. dr. ing. C. Mikloși specialist recunoscut în domeniul sudurii. Capitolul cuprinde o dezvoltare științifică a problemei și o expunere a mijloacelor practice, bazată pe o îndelungată experiență personală.

Volumul VI este destinat aplicațiilor energiei electrice în tracțiune electrică și instalații electrice pe diferite feluri de vehicule.

Capitole de mare actualitate pentru inginerii electricieni cum sînt capitolul I, privind tracțiunea electrică feroviară și capitolul III în care se dezvoltă larg problema locomotivelor Diesel-electrice fac ca volumul să fie foarte util.

Volumul VII cuprinde două părți distincte : materiale electrotehnice și instalațiile electrice la consumator pentru utilizarea energiei electrice.

Capitolele privind materialele electrice sînt tratate sub aspectul proprietăților fizice macroscopice și microscopice. Pentru diverse materiale uzuale se indică domeniul și modul de utilizare.

Partea a doua a volumului tratează atît instalațiile de înaltă tensiune, cît și instalațiile de joasă tensiune la consumator. Este cazul să remarcăm utilitatea acestui mod de tratare concomitentă atît a instalațiilor de înaltă cît, și de joasă tensiune, pentru energeticienii din întreprinderile industriale. Tot în această parte sînt cuprinse capitolele privitoare la îmbunătățirea factorului de putere.

În fine, volumul VIII abordează problemele variate ale modului de folosire a energiei electrice în principalele ramuri industriale. Acționările electrice și automatizarea proceselor industriale au un rol primordial în asigurarea ridicării nivelului tehnic al producției și creșterea productivității muncii. În volum se expun problemele variate de care se lovește inginerul electrician, în industria siderurgică, metalurgică, minieră, chimică, petroliferă, textilă, alimentară, a materialelor de construcții, a frigului, a lemnului, a hîrtiei și a celulozei.

Strîngerea unui material atît de vast într-un singur volum a făcut ca volumul VIII să fie cel mai dezvoltat în privința extinderii expunerii. Colaborarea unui mare număr de specialiști electricieni lucrînd în ramurile de producție respective, dă o garanție a tratării problemelor la nivelul cerut astăzi de industrie.

Expunerea proceselor tehnologice ale ficărei industrii și descrierea utilajelor specifice ramurii ne introduc în problemele de acționare și automatizare, în problemele aplicării energiei electrice.

Volumul tratînd numeroase variante de folosire în industrie a energiei electrice am putea spune că dezvoltă și localizează la cazuri concrete materialul expus în volumulele anterioare.

Trecerea sumară în revistă a problemelor tratate în manual ne dă o imagine a bogăției materialului concentrat în cele opt volume ale sale.

Considerăm că apariția acestei lucrări în literatura noastră tehnică este o dovadă a maturității gîndirii tehnice în domeniul electrotehnicii, obținute de cadrele noastre în deceniul care a trecut și care coincide cu realizarea primului nostru plan de electrificare. Se remarcă faptul că pe lîngă cadre cu îndelungată activitate științifică, didactică și de cercetare, au apărut autori tineri formați în ultimii ani, care puși în fața unor sarcini complexe și de mare răspundere, le-au rezolvat și acum împărtășesc și altora cunoștințele acumulate.

Utilitatea manualului, sub forma originală sub care a apărut, este dovedită prin faptul că a fost mult solicitat de inginerii electricieni.

Coordonarea unui număr atît de mare de autori în vederea alcătuirii unui singur material a necesitat din partea coordonatorului manualului, ing. P. Cartianu, un efort deosebit, pentru asigurarea caracterului unitar, tratarea echilibrată a diverselor probleme în cadrul fiecărei părți și ponderarea corespunzătoare a părților între ele. De asemenea realizarea terminologiei și notațiilor unitare a necesitat o muncă migăloasă de redactare.

Cu toate aceste greutăți coordonatorul s-a achitat bine de această sarcină reușind să imprime în mare măsură un stil unitar lurării. Unele excepții în ceea ce privește încadrarea riguroasă și unitară se justifică prin faptul că autorii lor, electricieni valoroși ai țării au imprimat un stil personal capitolelor pe care le-au tratat.

Avînd în vedere necesitatea unui manual al inginerului electrician pentru cadrele tehnice care lucrează în diverse ramuri ale industriei și agriculturii precum și a dezvoltării permanente a acestei ramuri a tehnicii, considerăm ca oportună pregătirea unei noi ediții a manualului, poate mai redusă ca extindere, dar completată cu capitole noi, cum ar fi instalațiile de producere și distribuție a energiei electrice, electrificarea agriculturii etc.

Ing. **M. Dănilă**

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂȚEANU, ing. ȘT. GROSU conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele. Editor : Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția și Administrația : București, Str. Ion Ghica, nr. 3. Raionul T. Vladimirescu Telefon 14.15.95 — 14.06.24. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît și privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30. Prețul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor ASIT. precum și la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinete'e tehnice în contul nostru de virament : Publicațiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin București. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 2. — c. 4778.

INHALTSVERZEICHNIS

Für die Erfüllung der grossen, von der Partei und Regierung gestellten Aufgaben für den Zeitabschnitt 1961 — 1965

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 1–2

Die Thematik der Zeitschrift „Electrotehnica"

Electrotehnica **9** (1961) 1, 3–4

DK 621.312 :658.5 (498)

Lăzăroiu F. : **Die Perspektiven der Fertigungstechnologie in der elektrotechnischen Industrie der RVR, im Lichte der Beschlüsse des III. Parteitags der RAP**

Electrotehnica, **9** (1961) 1, 5–15

Auf Grund der Entwicklungsperspektiven der elektrotechnischen Industrie, die durch die Direktiven des III. Parteitags der RAP festgesetzt sind, werden die Richtlinien zur Vervollkommnung der Technologie und der Modernisierung der bestehenden elektrotechnischen Fabriken dargelegt. Der Verfasser geht auf die technologischen Linien ein, die im Laufe des Sechsjahrplans in Betrieb genommen werden. Ferner werden die hauptsächlichsten Gebiete der neuen Technik angeführt, die in der elektrotechnischen Industrie eingeführt werden sollen.

DK 621.314.2.025.1 :621.316.5.015.4

Corlăteanu V., Saviuc V. : **Die Ausgleichvorgänge beim Ein- und Ausschalten der einphasigen Transformatoren**

Electrotehnica **9** (1961) 1, 15–25

Mit Hilfe der linearen und der analytischen Methode, werden die Vorgänge studiert, die beim Einschalten der im Leerlauf arbeitenden oder belasteten einphasigen Transformatoren, stattfinden. Ferner werden die freien Schwingungen untersucht die beim Ausschalten der Transformatoren mit kapazitiver Ladung auftreten. Die Ergebnisse sind bei der Projektierung und Auslastung der Transformatoren von grossem Nutzen.

DK 621.316.5 : 621.87

Huhulescu M. : **Neue Apparate für Elektrokräne**

Eletrotelmica, **9** (1961) 1, 25–34

Es wird die Entwicklung gezeigt, die die Fertigung von elektrischen Schutz- Schalt- und Signalisierungsapparate und Schutzelemente entwickelt werden müssen.

RUNDSCHAU, 34–35

BUCHBESPRECHUNG, 35–36

TITLURI DOCUMENTARE

621.3 ELECTROTEHNICĂ GENERALĂ

CZ 621.3.017.71 : 621.315.668.2

Beldowski, T. :

Încălzirea construcţiilor de fier într-un cîmp magnetic alternativ. Przegl. Electrotechn. **36** (1960) 10, 416—419

621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313.223.044.62

Vegner, O. G.

Un nou sistem de excitaţie modernizat pentru polii auxiliari ai maşinilor de c. c. Electricestvo **81** (1960) 10,59—62

CZ 621.313.333-573

Cadimov, J. B., Rasulov, M. M.

Pornirea unui motor de inducţie cu un generator sincron de putere egală. Electricestvo **81** (1960) 11, 56—61

CZ 621.313.001.572 : 538

Ivanov-Smolensk , A. V.

Modelarea maşinilor electrice păstrînd similitudinea cîmpurilor electromagnetice. Elektrotechn. Obz. **49** (1960) 10, 499—505.

CZ 621.313.322.027.5/6

Berger, A. J. :

Alegerea tensiunii optime pentru generatoarele electrice mari. Przegl. Elektrotechn. **36** (1960) 10, 389—391.

CZ 621.313.333.2.025.1—573

Toni, M. :

Încercări oscilografice asupra micromotoarelor monofazate cu inducţie prevăzute cu pornire automată. Electrodomestica **10** (1960) 9, 81—84.

CZ 621.313.322.018.6

Pillet, E., Labatier, M. :

Înregistrarea oscilaţiilor rotorului unui alternator cuplat la o reţea. C.R. Ac. Sci. **250** (1960) 4, 686—687.

CZ 621.313.333.018.14

Kucera, J. :

Motor asincron compensat. Rev. Gen. Electr. **69** (1960) 8, 425—433.

621.314.2 TRANSFORMATOARE ELECTRICE

CZ 621.314.2 : 621.316.9

Pokorny, M. :

Protecţia transformatoarelor pînă la 1 250 kVA. Eletrotechnik **15** (1960) 10, 312—314.

CZ 621.314.211

Jicha, L.J. :

Transformatoare în aer în industrie. Elektrotehnik **15** (1960) 10, 309—310.

CZ 621.314.214.332 (438)

Rosicki, A. :

Noua construcţie a transformatoarelor mari de forţă de 110 kV în industria poloneză. Przegl. Elektrotechn. **36** (1960) 9, 347—351.

CZ 621.313/4.042.14

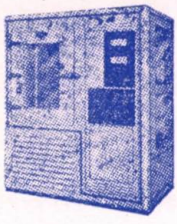
Dobrowski, M. :

Efectul factorului de umplere al miezului asupra curentului magnetizant şi pierderile în fier. Przegl. Electrotechn. **36** (1960) 9, 351—353.

CZ 621.314.2.014.32

Cimero, A. :

Verificarea comportării dinamice a transformatoarelor în condiţii de scurtcircuit la tensiune normală. Elettrotecnica **47** (1960) 9, 643—651.



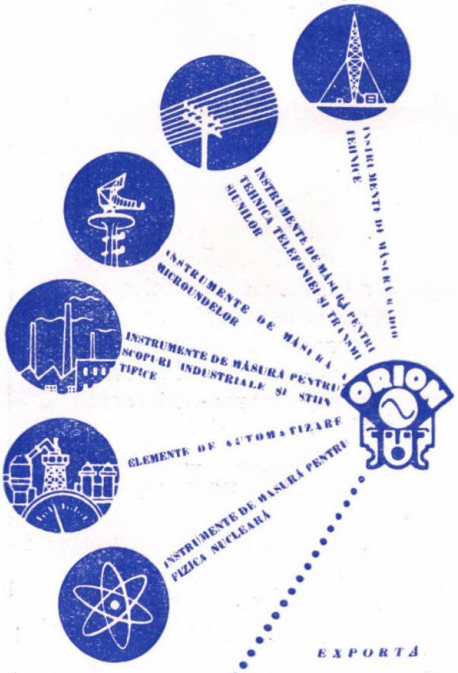
Măsurări precise ale umidității aerului și materialelelor
Determinări climatice
Măsurări fizice speciale cu apreciatele aparate **„Feutron"**
Electro—termo—higrometru
Electro—termo—higrograf
Instalație electrică pentru măsurarea rapidă a umidității, cu funcționare la rețea sau cu baterie
Instalații de măsurare a umidității
Dulapuri electrotermice
Camere pentru determinări climatice
Higrostate
Aparate de încercare a materialelor

Vă rugăm cereți ofertele noastre

DEUTSCHE EXPORT- UND IMPORT-GESELLSCHAFT
FEINMECHANIK/OPTIK GmbH, BERLIN C 2
SCHICKLERSTR. 7
Republica Democrată Germană

feutron
Karl Weiss KG Greiz
FABRIK ELEKTRO-PHYSIKAL GERÄTE

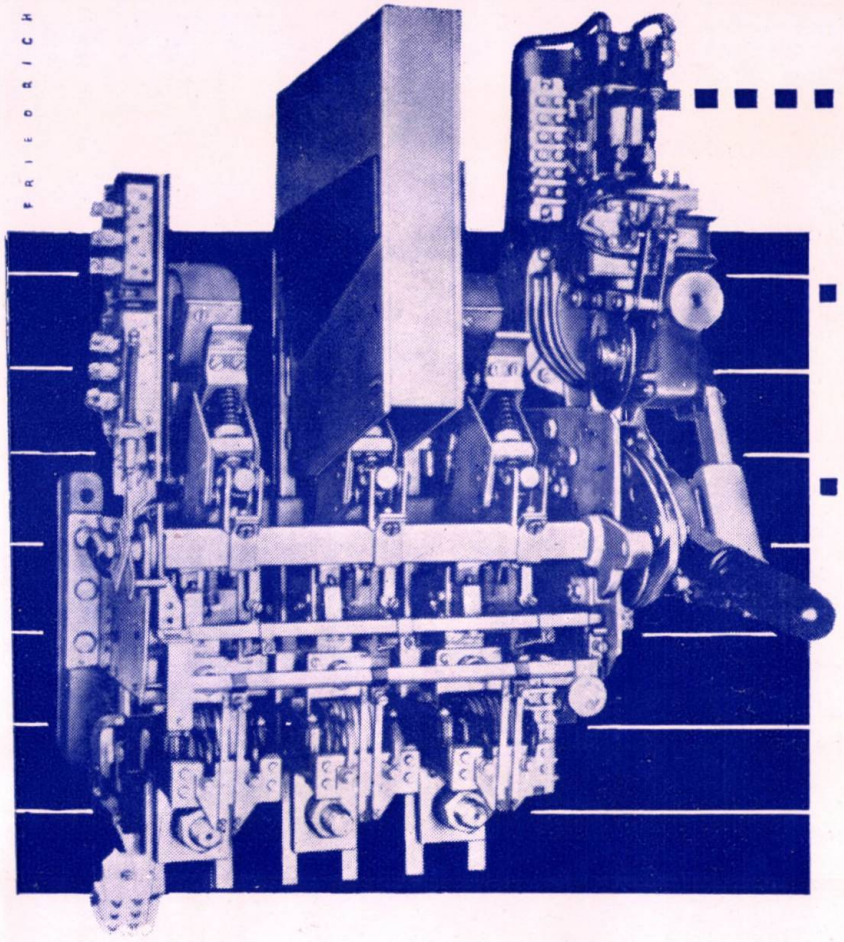
INSTRUMENTE DE MĂSURĂ ELECTRONICE
pentru toate ramurile științei și industriei

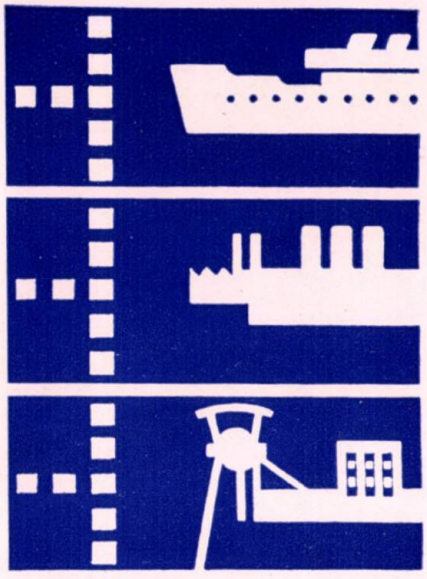


METRIMPEX

ÎNTREPRINDERE UNGARĂ DE COMERȚ EXTERIOR PENTRU PRODUSELE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa pentru scrisori: BUDAPESTA, CĂSUȚA POȘTALĂ 202 UNGARIA
Adresa telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST





Electrificare, mecanizare, automatizare!

ÎNTRERUPĂTOARELE DE PUTERE EM AJUNSE LA PERFECȚIUNE DIN PUNCT DE VEDERE TEHNIC

satisfac condițiile cele mai variate ale tuturor continentelor în domeniul industriei, al minelor și al construcțiilor navale.

Ele realizează racordarea motoarelor și ramificațiilor, protejînd în același timp contra suprasarcinei curentului și a scurtcircuitului.
Sînt înzestrate cu acționare manuală, magnetică, cu motor de aclanșare sau cu acționare prin aer comprimat, posedînd și relee de aclanșare sau declanșare cu curent de lucru sau cu subtensiune.
Contactele auxiliare de construcție modernă pentru închiderea sau întreruperea curentului dau posibilitatea unor utilizări multiple pentru circuite de semnalizare sau comandă.

Afară de acestea livrăm:

Comutatoare • Instrumente de măsură • Contoare
Relee • Redresoare

Cereți prospecte detailate

VEB ELEKTRO — APPARATE — WERKE

BERLIN—TREPTOW, HOFFMANNSTR. 15—26

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.
SECȚIA COMERCIALĂ — BUCUREȘTI, CALEA DOROBANȚILOR 14

OSCILOSCOP DE 3" MODEL 1535

Aparatul serveşte în special controlului în exploatare, poate fi însă utilizat în bune condiţii şi acolo unde este suficient un tub catodic mai mic şi unde limita de frecvenţă este de 1 MHz.

Primirea, de care s-a bucurat acest aparat pretutindeni, o datorează construcţiei sale moderne şi execuţiei plăcute.

Exportă:

METRIMPEX

ÎNTREPRINDERE UNGARĂ DE COMERŢ EXTERIOR PENTRU PRODUSELE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa: BUDAPEST 62, CĂSUŢA POŞTALĂ 202, UNGARIA
Adresa telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST

Publicaţiile Tehnice ASIT

Revistele tehnice elaborate de Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor, în colaborare cu ministerele interesate aduc la cunoştinţă cadrelor tehnice din producţie, învăţămînt, cercetare şi proiectare, ultimele realizări obţinute în ştiinţele tehnice din ţară şi străinătate.

APAR:

AUTOMATICA ŞI ELECTRONICA
CELULOZĂ ŞI HÎRTIE
ELECTOTEHNICA
ENERGETICA
HIDROTEHNICA
INDUSTRIA LEMNULUI
INDUSTRIA TEXTILĂ
INDUSTRIA UŞOARĂ
METALURGIA ŞI CONSTRUCŢIA DE MAŞINI
PETROL ŞI GAZE
REVISTA DE CHIMIE
REVISTA INDUSTRIA ALIMENTARĂ — PRODUSE ANIMALE
REVISTA INDUSTRIA ALIMENTARĂ — PRODUSE VEGETALE
REVISTA MINELOR
REVISTA PĂDURILOR
REVISTA TRANSPORTURILOR
TELECOMUNICAŢII

Abonamentul anual pentru ingineri şi tehnicieni lei 30 (Revista Metalurgia şi Construcţia de Maşini lei 48), pentru biblioteci, instituţii, cabinetele tehnice etc. lei 100, în contul Publicaţiilor Tehnice ASIT 070124 B.R.P.R.-Filiala I. V. Stalin.

Bucureşti — Str. Ion Ghica Nr. 3 — Raionul T. Vladimirescu — Telefon 14-06-24

Uzina GRIGORE PREOTEASA

DIN BUCUREȘTI LIVREAZĂ INTERFOANE CU CARACTERISTICILE INDICATE MAI JOS:

Instalația asigură convorbirea între un post central și 10 (20) posturi secundare.

Postul principal poate chema unul, mai multe sau chiar toate posturile secundare simultan prin acționarea cheilor cu buton respective și efectua convorbiri.

Postul secundar poate efectua apel optic și acustic simultan (apelul optic indică postul chemător) iar postul central numai apel acustic.

Sensul de vorbire se schimbă prin apăsarea tastei de convorbire.

Amplificatorul debitează la ieșire o putere de 8 W cu distorsiuni mai mici de 10%.

Instalația are reglaj de volum și corector pentru minim de zgomot de fond.

Alimentarea se face la rețeaua de 120 V sau 220 V, 50 Hz consumînd aproximativ 60 V.A.

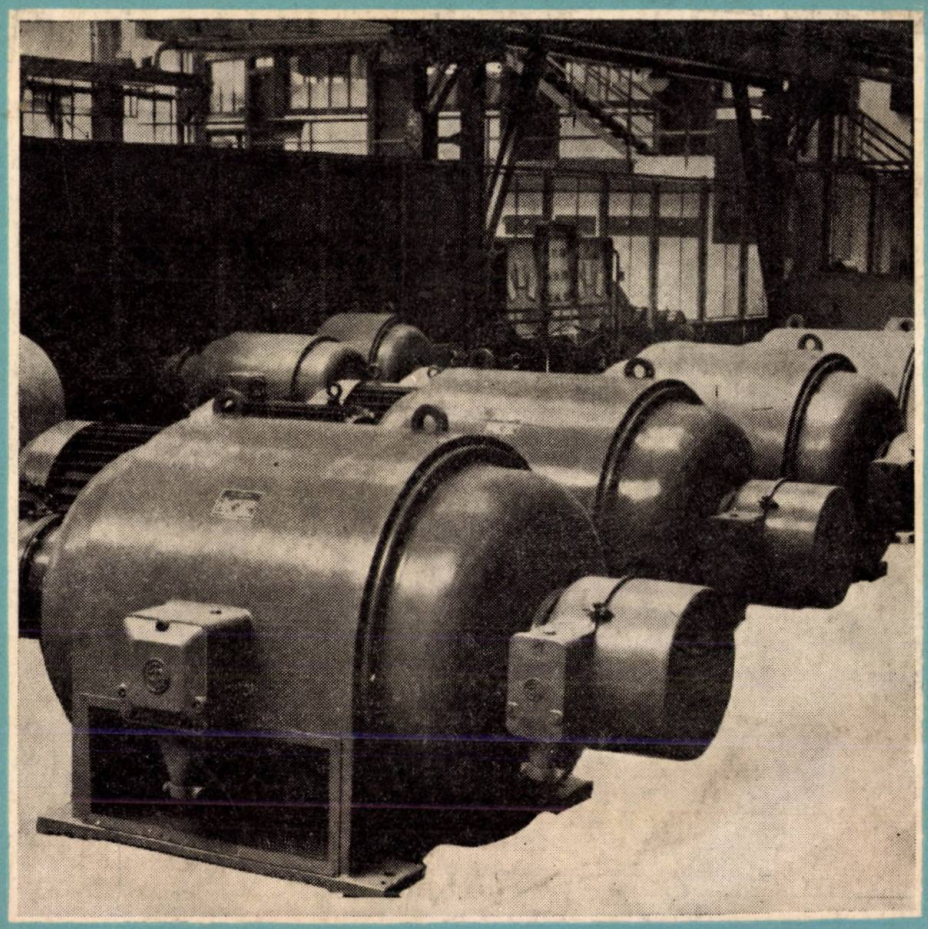
Conectarea postului principal cu posturile secundare se face cu conductori blindați bifilari tip VL mA STAS 1021–56.

Greutatea postului principal este de aproximativ 15 kg, iar a postului secundar aproximativ 1,5 kg.

PENTRU COMENZI A SE ADRESA SERVICIULUI VÎNZĂRI AL

Uzinei GRIGORE PREOTEASA

DIN BUCUREȘTI
CALEA RAHOVEI Nr. 266
Raionul V.I. Lenin ● Tel. 18.24.67



I. P. 2, c. 4349

LEI 5

E 2040

KAT

R

REFERALVA

ELECTROTEHNICA

2

Electrotehnica — București ★ Anul 9 ★ nr. 2 ★ p. 37—76 ★ februarie 1961

Uzina GRIGORE PREOTEASA

DIN BUCUREȘTI LIVREAZĂ INTERFOANE CU CARACTERISTICILE INDICATE MAI JOS:

Instalația asigură convorbirea între un post central și 10 (20) posturi secundare.

Postul principal poate chema unul, mai multe sau chiar toate posturile secundare simultan prin acționarea cheilor cu buton respective și efectua convorbiri.

Postul secundar poate efectua apel optic și acustic simultan (apelul optic indică postul chemător) iar postul central numai apel acustic.

Sensul de vorbire se schimbă prin apăsarea tastei de convorbire.

Amplificatorul debitează la ieșire o putere de 8 W cu distorsiuni mai mici de 10%.

Instalația are reglaj de volum și corector pentru minim de zgomot de fond.

Alimentarea se face la rețeaua de 120 V sau 220 V, 50 Hz consumînd aproximativ 60 V.A.

Conectarea postului principal cu posturile secundare se face cu conductori blindați bifilari tip VL mA STAS 1021—56.

Greutatea postului principal este de aproximativ 15 kg, iar a postului secundar aproximativ 1,5 kg.

PENTRU COMENZI A SE ADRESA SERVICIULUI VÎNZĂRI AL

Uzinei GRIGORE PREOTEASA

DIN BUCUREȘTI
CALEA RAHOVEI Nr. 266
Raionul V.I. Lenin ● Tel. 16.34.57

MÚSZAKI KÖNYVTÁR ÖRSZÁGOS 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 2 februarie 1961

CUPRINS

CZ 621.312 :621.396.6.002.3

Lăzăroiu F. : **Tehnologia circuitelor imprimate și utilizarea lor în industria electrotehnică.**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 37—49

Se prezintă principalele procedee tehnologice pentru realizarea circuitelor imprimate, insistîndu-se în special asupra metodei corodării. Se scot în relief unele detalii asupra procedeelor ce se asimilează în țară, arătîndu-se domeniile de aplicație ale acestei tehnologii, cu avantajele tehnico-economice, atît pentru domeniul curenților slabi, cît și cel al curenților tari.

CZ 621.316.5.066.6.002.3

Fugaru C., Barbu I : **Tehnologia contactelor electrice placate**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 50—58

Pentru îmbunătățirea calității aparatelor de comutație de joasă tensiune este necesară folosirea celor mai moderne procedee tehnologice în fabricația acestora ; astfel s-a stabilit tehnologia pentru confecționarea contactelor electrice placate. Se descriu metodele de preparare a aliajelor, placarea prin laminare la cald a contactelor, placarea electrochimică și placarea prin sudura în linie. Procedeele descrise asigură o mare productivitate a muncii și calitate ridicată, obținîndu-se contacte cu duritate Brinell mare ($H_B = 90$ kgf/mm^2).

CZ 621.316.57.067.1

Mathé S., Mathé B. : **Calculul construcția și experimentarea dispozitivelor de acționare pneumatică a întreruptoarelor**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 58—64.

Datorită avantajelor pe care le prezintă în funcționare, dispozitivele de acționare pneumatică a întreruptoarelor de înaltă tensiune, ele s-au răspîndit în ultimul timp, atît în țară cît și în străinătate. Se arată considerațiile avute în vedere la alegerea tipului dispozitivului de acționare pneumatică destinat rețelelor cu tensiune mijlocie (6, 10, 15 și 35 kV). De asemenea se dau rezultatele unor studii teoretice și experimentale întreprinse la uzina „Electroputere" din Craiova, în domeniul dispozitivelor de acționare pneumatică. Ca rezultat al acestor cercetări se prezintă o construcție nouă cu performanțe superioare.

CZ 621.34 :621.26

NOTE

Seracin E. : **Considerații asupra acționării electrice a preselor mecanice cu volant**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 64—68

Se prezintă rezultatele studiului bazat pe determinări experimentale, efectuat asupra funcționării unei prese mecanice, în cazul unui regim de lucru cu șocuri. Se arată curba de variație a cuplului rezistent, a cuplului la arborele motorului de acționare și metodele prin care s-au obținut aceste curbe.

CZ 621.317.7.085.4.

Ponner I. : **Asupra predeterminării scării aparatelor de măsură electromagnetice**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 68—70

Se indică o metodă simplificată pentru predeterminarea scării aparatelor de măsură electromagnetice pornind de la ridicarea experimentală a curbei cuplului activ și a dreptei cuplului rezistent în funcție de unghiul de rotație și curentul prin bobina aparatului.

CRONICA, 70—71

DOCUMENTARE, 72—77

RECENZII, 77—78

CONTENTS

DC 621.312 :621.396.6.002.3

Lăzăroiu F. : **The technology of printed circuits and their use in the electrotechnical industry**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 37—49.

The main technological methods used for producing printed circuits are described, particular stress being laid on the corrosion method. Some details concerning the methods adopted by and applied in our country are emphasised. The sphere of application of the technology described as well as its technical and economic advantages in the field of both strong and weak currents are pointed out.

DC 621.316.5.066.6.002.3

Fugaru C., Barbu I. : **The technology of plated electric contacts**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 50—58.

Improving the quality of low tension commutators requires the use of the most up-to-date manufacturing methods. In view of this fact, an adequate technology has been perfected in manufacturing plated electric contacts. A description is given of the methods connected with alloy preparation, warm rolling of contacts, electro-chemical plating and plating by means of seam welding. The methods described ensure a higher productivity and quality and provide for contacts with high Brinell durity ($H_B = 90$ kp/mm^2).

DC 621.316.57.067.1

Mathé S., Mathé B. : **The calculus, construction and experimentation of drives designed for compressed air circuit breakers.**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 58—64.

Owing to their operating advantages, the drives designed for compressed air circuit breakers have lately come into general use, both in our country and abroad. The considerations borne in mind on choosing the type of compressed air drives designed for medium tension networks (6, 10, 15 and 35 kV) are pointed out. Results are also given of theoretical studies and experiments carried out at the „Electroputere" works in Craiova, in the field of compressed air drives As a result of such researches, a new high performance design is presented.

DC 621.34 :621.26

NOTES

Seracin E. : **Considerations on the electric drive of flywheeled mechanical presses.**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 64—68.

The results are presented of a study based on experimental determinations, concerning the operation of a mechanical press, working under shock conditions. The author outlines the variation curve of the resistant couple, of the driving motor torque, as well as the methods which led to the obtention of the curves.

DC 621.317.085.4

Ponner I. : **Observations on the pre-determination of the scale of electromagnetic measuring instruments.**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 68—70

A simplified method is pointed out, designed for pre-determination of the scale of electromagnetic measuring instruments, starting from the experimental drawing up of the active torque curve and of the straight line of the resistant torque, according to the rotation angle and the current in the gear winding.

CHRONICLE, 70—71

DOCUMENTATION, 72—77

REVIEWS, 77—78

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.313 :621.396.6.002.3

Lăzăroiu F.: **Технология печатных схем и их использование в элетротехнической промышленности**

Electrotehnica 9 /1961/ 2, 37—49.

Представлены основные технологические процессы выполнения печатных схем, уделяя особое внимание методу травления. Выявляются некоторые детали процессов, которые осваиваются в стране, указывая на области применения этой технологии, имеющими технико-экономические преимущества как в области слабых токов, так и сильных.

ДК 621.316.5.066.6.002.3

Fugaru C., Barbu I.: **Технология плакированных электрических контактов**

Electrotehnica 9/1961/ 2, 50—58

Для улучшения качества коммутационных приборов низкого напряжения, необходимо использование самых современных технологических процессов в их производстве; для этого была разработана технология производства плакированных электрических контактов. Описываются методы изготовления сплавов, плакирование контактов путем горячей прокатки, электрохимическое плакирование и плакирование линейной сваркой. Описанные методы обеспечивают высокое качество и высокую производительность труда, одновременно обеспечивая получение контактов с большой твердостью по Бринелю ($H_B = 90$ кг/мм^2).

ДК 621.316.57.067.1

Mathé S., Mathé B.: **Расчет, конструкция и экспериментирование устройств пневматического привода выключателей**

Electrotehnica 9 /1961/ 2, 58—64.

Устройства пневматического привода выключателей высокого напряжения, благодаря своим преимуществам в эксплуатации, распространились в последнее время как в стране, так и заграницей.

Приводятся соображения, которыми руководствовались при выборе типа устройства пневматического привода, предназначенного для сетей среднего напряжения (6, 10, 15 и 35 кв). Также даются результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных на заводе „Электросила" в Крайове, в области устройства пневматического привода. Как результат этих исследований, представлена новая конструкция с более высокими показателями.

ДК 621.34 :621.26

ЗАМЕТКИ

Seracin E.: **Относитльно электропривода механических деталей с маховиком**

Electrotehnica 9 /1961/ 2, 64—68

Представлены результаты исследования, основанного на экспериментальных определениях работы механического пресса в рабочем режиме с ударами. Показывается кривая изменения момента сопротивления момента на ведущем валу мотора и методы с помощью которых были получены эти кривые.

ДК 621. 317.7.085.4

Ponner I: **О предварительном определении шкалы электромагнитных измерительных приборов**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 68—70.

Указывается упрощенный метод предварительного определения шкалы электромагнитных измерительных приборов, исходя из экспериментального определения кривой активного момента и прямой момента сопротивления в зависимости от угла вращения и тока в катушке прибора.

ХРОНИКА, 70—71

ДОКУМЕНТАЦИЯ, 72—77

РЕЦЕНЗИИ, 77—78

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.312 :621.396.6.002.3

Lăzăroiu F. : **Die Technologie der gedruckten Schaltungen und ihre Anwendung in der elektrotechnischen Industrie**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 37—47.

Die hauptsächlichsten technologischen Verfahren zur Fertigung der gedruckten Schaltungen werden dargelegt, wobei in erster Reihe die Korrosionsmethode behandelt wird. Einige Einzelheiten der in unserem Lande angewandten Verfahren, werden hervorgehoben und die Anwendungsgebiete dieser Technologie mitsamt ihrer technisch-wirtschaftlichen Vorteile sowohl für Schwach- als auch für Starkstrom aufgezeigt.

DK 621.316.5.066.6.002.3.

Fugaru C., Barbu I. : **Die Technologie der plattierten elektrischen Kontakte**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 50—58.

Zur Verbesserung der Qualität der Starkstromschaltgeräte ist die Anwendung modernster technologischer Verfahren in der Fertigung dieser Geräte erforderlich. Demgemäss wurde die entsprechende Technologie zur Fertigung von plattierten elektrischen Kontakten festgesetzt. Die Verfahren zur Fertigung der Legierungen, das Plattieren durch Warmwalzen der Kontakte, das elektrochemische Plattieren und das Plattieren durch Nahtschweissen werden dargelegt. Die beschriebenen Verfahren gewährleisten eine grosse Arbeitsproduktivität und eine hohe Qualität, wobei Kontakte mit hoher Brinellhärte ($H_B = 90$ kp/mm²) erhalten wurden.

DK 621.316.57.067.1

Mathé S., Mathé B. : **Die Berechnung, der Bau und die Prüfung der Druckluftantriebe von Leistungsschaltern**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 58—64.

Dank der Vorteile ihrer Arbeitsweise haben sich die Druckluftantriebe der Hochspannungsschalter in letzter Zeit sowohl im In- als auch im Ausland eingeführt. Es werden die Bedingungen besprochen, die bei der Wahl der Type der Druckluftanlagen für Mittelspannungsnetze (6,10,15 und 35 kV) in Betracht gezogen werden müssen. Ferner werden die Ergebnisse einiger theoretischer und experimenteller Untersuchungen angeführt, die im „Electroputere-Werk" in Craiova, in bezug auf Druckluftantriebe durchgeführt wurden. Als Ergebniss dieser Untersuchungen wird ein neuer hochleistungsfähiger Antrieb beschrieben.

DK 621.34 :621.26

BERICHTE

Seracin E. : **Betrachtungen über den elektrischen Antrieb der mechanischen Pressen mit Schwungrad**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 64—68.

Es werden die Ergebnisse einer Untersuchung dargelegt, die auf Grund experimenteller Bestimmung die Arbeitsweise mechanischer Pressen unter Stosslastbedingungen betreffen. Die Änderungen des Brems — Drehmoments an der Axe des Antriebsmotors, wie auch die Verfahren, mit deren Hilfe die Charakteristiken erzielt wurden, sind angegeben.

DK 621.317.7.085.4.

Ponner I. : **Über die Vorausbestimmung der Skalen elektromagnetischer Messgeräte**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 68—70

Eine vereinfachte Methode zur Vorausbestimmung der Skala elektromagnetischer Messgeräte wird angegeben, wobei von der experimentellen Aufnahme der Kurve des aktiven Drehmoments und der Geraden des Brems — Drehmoments in Abhängigkeit vom Rotationswinkel und dem Spulen strom des Gerätes ausgegangen wird.

CHRONIK, 70—71

DOKUMENTATION, 72—77

BUCHBESPRECHUNGEN, 77—78

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE

Anul 9 nr. 2 București, februarie 1961

Tehnologia circuitelor imprimate și utilizarea lor în industria electrotehnică

Felician Lăzăroiu* — București

Imprimarea circuitelor a adus posibilitatea de automatizare a tehnologiei de fabricație a aparatelor de radiorecepție tranzistorizate. După cum se arată mai jos, circuitele imprimate se aplică în prezent la construcția unor micromotoare sau a unor instrumente de măsură neelectronice. De aceea cunoașterea acestei tehnologii are o mare importanță.

CZ 621.312 :621.396.6.002.3

1. Considerații generale

Circuitele imprimate au fost folosite pe scară industrială pentru prima oară, în timpul celui de al doilea război mondial în scopuri militare, și anume, la circuitul electronic al focosului de obuze de mortiere; folosirea lor s-a extins însă ulterior la numeroase domenii ale tehnicii și în special în electrotehnică și electronică.

În domeniul electronicii, baza de folosire tehnologică a fost stabilită de Paul Eisler [1], care în 1936, a reușit să realizeze prin acest procedeu montajul unui aparat de radiorecepție.

Importanța acestei descoperiri a fost pusă însă în plină valoare abea după anul 1947, cînd au început a se publica o serie de date de fabricație, cercetările putînd astfel să fie îndreptate către diferite domenii de aplicație.

În prezent, producția în serie a aparatelor electronice face apel din ce în ce mai mult la această tehnică; concomitent, un deosebit interes îl prezintă aplicarea circuitelor imprimate în construcția de mașini electrice.

Prin circuit imprimat se înțelege tehnica, cu ajutorul căreia conexiunile dintre piesele detașate ale unui aparat sau a unei părți dintr-un aparat sînt constituite, în locul cablajului clasic, din benzi subțiri conductoare, situate în interior sau prinse de suprafața unei plăci izolante [2].

În concret, noțiunea de circuit imprimat este legată de realizarea legăturilor electrice dintr-un montaj, cu ajutorul unor benzi înguste de metale conductoare (cupru, aluminiu, zinc, nichel), lipite pe suprafața unei plăci din materiale electroizolante.

Folosirea circuitelor imprimate prezintă o serie de avantaje tehnice și economice, care au grăbit extinderea aplicării lor. Se pot cita:

— Se realizează ansamble și subansamble de aparate electrice și electronice cu un volum redus și greutate mică; în acest fel se pot fabrica piese miniaturizate, rezistente în condiții grele de exploatare.

— Calitatea electrică și mecanică a ansamblelor crește mult în raport cu producția clasică, ceea ce este important în fabricația aparatelor electronice și a mașinilor electrice moderne.

— Folosirea circuitelor imprimate conduce la economii importante de metale deficitare (cupru, staniu) și la creșterea productivității muncii, prin realizarea lor în mare serie, precum și la reducerea mijloacelor de control și depanare a mașinilor sau a aparatelor respective.

— Montarea pieselor detașate pe un circuit imprimat se poate face automat, semiautomat sau manual. Personalul folosit nu trebuie să aibă o calificare înaltă, deoarece inițiativa personală nu intervine în nici una din treptele procesului tehnologic. Piesele ce se montează sau legăturile ce trebuie făcute sînt așezate totdeauna în aceleași puncte, ceea ce elimină erorile frecvente întîlnite în cazul folosirii conexiunilor din sîrmă sau cabluri [3]. Montarea automată a pieselor radio, în placa cu cablaj imprimat, s-a introdus la una din fabricile de aparate de radio „Emerson" din S.U.A.

— Caracteristicile circuitelor imprimate, înaintea montării pieselor detașate sau a realizării legăturilor, variază foarte puțin, oricare ar fi numărul de exemplare realizate; în acest fel, fabricația în serie este uniformă. Se estimează că, în cazul unei serii importante de circuite realizate, dispersia tuturor factorilor electrici este de ordinul 0,1 %.

* Conf. ing. *F. Lăzăroiu* este directorul uzinelor „Electronica".

2. Tehnica circuitelor imprimate

În prezent se cunosc un număr important de metode de fabricație a circuitelor imprimate, care diferă fundamental una de alta. Dintre acestea se pot cita următoarele: metoda de corodare, metoda de stanțare, metoda de matrițare și metoda de fotografiere. Din cele ce urmează se va arăta sumar principiile care stau la baza acestor metode precum și aplicarea lor în practică.

A. Metoda corodării (metoda destructivă)

Mai mult de 60% din producția de circuite imprimate se bazează pe corodarea chimică a unei folii de cupru sau din alt metal conducător (argint, nichel sau aliaje ale acestora), lipită pe o placă izolantă. De aceea metoda se mai numește și metodă destructivă de fabricație a circuitelor imprimate.

Părțile metalice, ce nu trebuie atacate chimic, se izolează cu ajutorul unui material de protecție (lac sau vopsea), rezistent la acțiunea mediului de corodare. După terminarea atacului, materialul de protecție este îndepărtat, lăsînd să apară porțiunile de metal ce reprezintă însuși circuitul conductor.

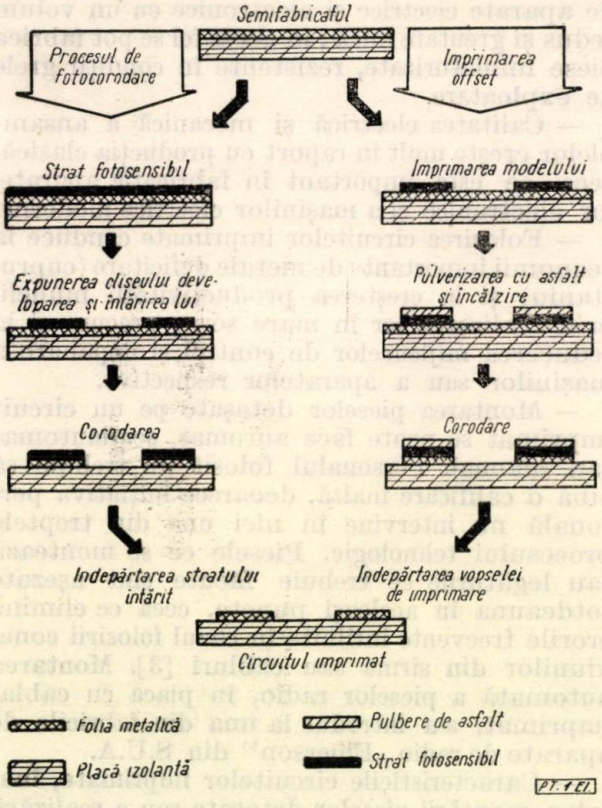


Fig. 1 Schema tehnologică de fabricație a circuitelor imprimate prin metoda corodării foliei de cupru

Metalul din porțiunile neprotejate trece complet în soluție ca o sare metalică.

Pentru obținerea circuitului imprimat se procedează așa cum se arată în fig. 1. Pe partea acoperită cu folie de cupru a semifabricatului se copiază desenul circuitului imprimat; operația de copiere se poate realiza prin două metode; prima folosind procedeul de fotocorodare, iar cea de a doua metoda offset.

Dat fiind utilizarea largă a acestei metode, îi vom da o descriere mai completă.

Materialele folosite la fabricarea circuitelor imprimate prin metoda corodării

Pentru obținerea circuitelor imprimate prin metoda corodării, principalele materiale folosite sînt plăcile izolante, foliile metalice și adezivii. Restul materialelor necesare cum sînt: materialele fotosensibile, cerneluri și lacuri de protecție sau de imprimare serigrafică, decapanți etc. formează o preocupare tehnică de importanță minoră deoarece calitatea lor se adaptează mult mai ușor acestui domeniu.

Plăcile izolante care sînt de fapt plăci electroizolante, se acoperă pe una sau pe ambele fețe cu folii metalice (cupru, nichel, argint, zinc, aluminiu), iar legătura dintre placa propriu-zisă și folia metalică se realizează cu ajutorul unui adeziv organic; operația respectivă poartă denumirea de operație de cașirare. Aceasta se realizează prin procedee tehnologice ce se aleg în funcție de natura materialelor. De exemplu în cazul plăcilor izolante, din materiale fenocelulozice, utilajele folosite pentru această operație sînt presele etajate pe care le întîlnim în fabricarea plăcilor tip pertinax.

Aici, procesul tehnologic cuprinde două variante de lucru: în prima variantă foliile metalice pregătite în mod special se presează simultan cu materialul fenocelulozic — realizîndu-se dintr-o singură operație atît placa electroizolantă cît și cașirarea foliei metalice. În cea de a doua variantă se obține mai întîi placa electroizolantă cu anumite caracteristici și apoi se realizează lipirea foliei metalice pe placă — adică cașirarea.

Ansamblul folie metalică-placă izolantă formează semifabricatul pentru circuitele imprimate obținute prin metoda corodării.

Plăcile izolante folosite, se aleg în funcție de condițiile de utilizare ținînd seama de natura, grosimea, starea suprafeței, caracteristici mecanice, fizice, electrice și clasa de izolație.

Numărul și natura celor folosite în fabricația circuitelor imprimate este destul de mare. În tabela 1 este dată o clasificare a acestor plăci făcută pe baza specificației NEMA (National Association of Electrical Manufacturing), precum și date în legătură cu natura, proprietățile și domeniile de utilizare.

În tabela 2 sînt arătate caracteristicile fizice ale acestor materiale.

Se menționează că pentru condițiile de exploatare în climat normal plăcile electroizolante fenocelulozice sînt cele mai folosite. Acestea au la bază foi de hîrtie din celuloză Kraft,

Clasificarea plăcilor izolante pentru circuite imprimate *Tabela 1*

Simbol NEMA	Baza	Proprietăţi	Aplicaţii	Starea suprafeţii	Culoarea
XX	Bază de hîrtie laminate fenolice	Rezistenţă dielectrică mare Rezistenţă mare la umiditate	Plăci, carcase, suporţi pentru perii	Semilucioasă lustruită	Naturală neagră
XXXP	Bază de hîrtie răşini fenolice	Rezistenţă mare la izolare Absorbţie mică de apă	Suport pentru circuite imprimate. Plăci pentru radio şi TV. Blocuri terminale	Semilucioasă mată	Naturală
LE	Tesătură deasă de bumbac răşină fenolică	Rezistenţă înaltă la umiditate Rezistenţă bună la încovoiere Rezistenţă bună la acizi	Blocuri terminale. Benzi — reglete	Semilucioasă lustruită	Naturală
AA	Fibre de azbest răşină fenolică	Rezistenţă la căldură Stabilitate dimensională	Izolarea electrică a aparatelor, pene	Semilucioasă	Naturală
GPO—1	Împletitură de fibre de sticlă răşină poliesterică	Rezistenţă la arc Rezistenţă mare mecanică la şoc	Panele, armături, plăci	—	—
G—5	Teseătură de sticlă răşini melaminice	Rezistenţă foarte bună la flacără şi căldură	Panouri de comandă, izolatoare de arc, izolatoare de circuite de rupere	Semilucioasă	Naturală
G—7	Tesătură de sticlă răşină siliconică	Rezistenţă înaltă la căldură şi arc Pierderi dielectrice mici	Izolatoare lucrînd la (motoare) t° înaltă în domeniul înaltei frecvenţe	Semilucioasă	Naturală
G—10	Ţesătură de sticlă răşină epoxi	Absorbţie mică de apă Stabilitate dimensională	Suport pt. circuite imprimate, lcurate la t° înalte.	Semilucioasă	Naturală
N—1	Tesătură de nylon laminat fenolic	Rezistenţă mare la izolare, factor de pierdere mic	Echipament de forţă, înaltă frecvenţă şi piese de aparataj supuse acţiunii ciupercilor	Semilucioasă	Naturală

hîrtie din celuloză de bumbac sau ţesături de bumbac.

Între aceste plăci de tipul XXXP, a căror proprietăţi electrice la înaltă şi joasă frecvenţă sînt foarte stabile în mediu umed sau chiar în apă — sînt cele mai folosite. După o cufundare totală în apă de 500 ore la +20°C rezistivitatea transversală a acestor materiale este de ordinul a 50 000 MΩcm/cm², încercări împinse la 2 000 ore au arătat că degradarea materialului este neglijabilă.

Prin caşirare cu folii de cupru, plăcile XXXP se pot găuri la cald (100 °C) şi la rece, pînă la grosimi de 2 mm.

Aceste plăci urmează să fie obţinute şi la noi în ţară de către F.C.M.E. (Fabrica de cabluri şi materiale electroizolante) din Bucureşti.

Plăcile G-10 pe bază de ţesătură de sticlă şi răşini epoxi, prezintă o planeitate excepţio-

Tabela 2

Caracteristicile plăcilor laminate

Simbol NEMA	Factorul de disipare (a)	Absorbţia de apă maximă) % (b)	Rezistenţa minimă în kgf	Constanta dielectrică maximă (a)
XX	0,05	1,3	298,59	6
XXXP	0,035	0,75	—	4,8
LE	0,07	1,3	597,18	6
AA	—	2,5	671,84	—
G—5	0,08	2	585,98	8
G—7	0,022	0,35	242,60	4,2
G—10	0,035	0,2	746,48	5,4
N—1	0,039	0,4	373,24	3,9

(a) Caculat la 1 m³, proba avînd 3,17 mm grosime.
(b) Probe avînd 3.17 mm grosime.

Tabela 3

Proprietăţile plăcilor izolante

Pentru fiecare proprietate se indică în cifre groase, la dreapta fiecărui caz, un indice variind de la **1** (slab) la **10** (foarte bune), ceea ce permite o comparaţie rapidă între diferitele plăci izolante.

Proprietăţi	Pertinax	Pertinax stanţabil	Placă XX	Placă XXP	Placă XP	Placă XXXP—T	Textolit fin	Textolit f. fin	Textolit sticlă melamină	Textolit sticlă silicon	Textolit sticlă epoxi
Suport	hîrtie	hîrtie	hîrtie	hîrtie	hîrtie	hîrtie	ţesătură bumbac	ţesătură bumbac	ţesătură sticlă	ţesătură sticlă	ţesătură sticlă
Răşină	fenolică	fenolică	fenolică	fenolică	fenolică	fenolică	fenolică	fenolică	melamină	silicon	epoxi
Densitate	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,8	1,6	1,8
Rezistenţă termică °C	110 **6**	110 **6**	110 **6**	110 **6**	110 **6**	110 **6**	110 **6**	110 **6**	150 **8**	180 **10**	170 **9**
Rezistenţă kg/cm² //	1 450 **8**	1 250 **7**	1 050 **6**	950 **6**	1 000 **6**	650 **4**	850 **5**	800 **5**	2 400 **10**	1 400 **8**	1 400 **8**
tracţiune ⊥	1 000 **8**	750 **7**	750 **7**	650 **5**	700 **4**	550 **4**	750 **7**	700 **7**	1 800 **10**	700 **7**	700 **7**
Rezistenţa la compresie kg/cm² ⊥	2 550 **8**	1 850 **4**	2 200 **6**	2 250 **6**	2 000 **5**	2 000 **5**	2 350 **7**	2 100 **6**	3 800 **10**	1 500 **3**	1 800 **4**
Rezistenţă kg/cm² //	2 450 **8**	1 600 **5**	1 900 **7**	1 550 **5**	1 750 **6**	1 250 **4**	2 200 **8**	2 200 **8**	3 200 **10**	1 700 **6**	1 900 **7**
încovoiere ⊥	2 150 **9**	1 250 **6**	1 500 **7**	1 300 **6**	1 350 **6**	1 000 **4**	2 000 **8**	2 000 **8**	2 500 **10**	1 200 **5**	1 500 **7**
Coeziune interlaminară	**8**		**9**	**9**		**7**	**10**	**10**	**6**	**5**	**6**
Rezistenţa la şoc	**4**	**3**	**2**	**2**	**3**	**1**	**7**	**6**	**10**	**8**	**8**
Absorbţia de apă %	3,5 **4**	8,2 **2**	1,3 **7**	0,8 **8**	2,1 **5**	0,6 **9**	1,4 **6**	1,3 **7**	1,5 **6**	0,002 **10**	0,2 **9**
Rezistivitate MΩ.cm/cm² transvers. brut	200 000 **6**	400 000 **7**	150 000 **6**	160 000 **6**	400 000 **7**	1 000 000 **9**	20 000 **4**	20 000 **4**	30 000 **4**	10 000 000 **10**	1 000 000 **10**
după 24 h apă	1 500 **3**	2 000 **3**	60 000 **7**	30 000 **6**	50 000 **7**	800 000 **9**	4 000 **4**	4 000 **4**	30 **1**	10 000 000 **10**	1 000 000 **10**
Rezistivitate MΩ.cm/cm² superfic. brut	100 000 **8**	100 000 **8**	50 000 **7**	30 000 **7**	50 000 **7**	400 000 **9**	10 000 **5**	10 000 **5**	20 000 **6**	100 000 **10**	1 000 000 **10**
după 24 h apă	35 **2**	40 **2**	1 000 **6**	3 000 **7**	400 **5**	100 000 **9**	100 **3**	100 **3**	50 **2**	100 000 **10**	50 000 **9**
Rigiditatea dielec. 20°C	36 000 **10**	36 000 **10**	34 000 **9**	34 000 **9**	34 000 **9**	32 000 **9**	26 000 **8**	25 000 **8**	19 500 **6**	20 000 **6**	20 000 **6**
⊥straturi în V/mm 90°C	26 000 **9**	30 000 **10**	14 000 **5**	18 000 **6**	32 000 **10**	30 000 **10**	10 000 **3**	11 000 **3**	12 500 **4**	12 000 **4**	12 000 **4**
Rigiditatea dielec. // straturi brut	3 250 **10**	2 500 **7**	2 250 **6**	2 400 **7**	2 750 **8**	3 000 **9**	1 750 **5**	1 800 **5**	2 500 **7**	3 000 **9**	3 000 **9**
după 48 h în V/mm apă 50°C	175 **2**	100 **1**	350 **3**	350 **3**	300 **3**	2 750 **9**	175 **2**	175 **2**	150 **1**	3 000 **10**	3 000 **10**
tg δ brut	0,06 **7**	0,06 **7**	0,07 **7**	0,055 **7**	0,07 **7**	0,038 **9**	0,12 **5**	0,13 **5**	0,06 **7**	0,003 **10**	0,027 **9**
la 1 MHz după 24 h apă	0,10 **5**	0,21 **3**	0,09 **6**	0,065 **7**	0,11 **5**	0,041 **9**	0,22 **3**	0,24 **3**	0,26 **2**	0,008 **10**	0,035 **9**
Constanta dielec. brut	5,2 **6**	4,7 **7**	4,7 **7**	4,5 **7**	4,5 **7**	3,9 **9**	5,2 **6**	5,2 **6**	4,2 **8**	2,7 **10**	4,3 **8**
la 1 MHz (după 24 h. apă	5,7 **5**	5,7 **5**	5,3 **6**	4,7 **8**	5,0 **7**	4,1 **9**	7,5 **3**	7,5 **3**	7,3 **3**	2,8 **10**	4,3 **8**
Stanţare la rece	**6**	**8**	**2**	**3**	**10**	**3**	**7**	**7**	**6**	**6**	**8**
Stanţare la cald	**8**	**10**	**7**	**10**	**10**	**10**	**9**	**9**	**2**	**6**	**5**
Rezistenţă la arc	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**10**	**9**	**6**
Coeficient de dilatare liniară	cm/cm/°C = 0,00001 la 0,00003										
Conductibilitate termică	calorii/cm²/cm grosime/ °C = 0,0005 la 0,0008										

Toate valorile arătate mai sus sînt valori medii obţinute după încercările propuse în normele franceze U.T.E.

nală, sînt insensibile la acțiunea umidității și au o rezistență mare de căldură, ceea ce este foarte important, în condiții de climă umedă. Aceste condiții sînt importante și din punct de vedere al izolației electrice.

Folosirea plăcilor G-7 care au la bază o rășină siliconică se recomandă pentru temperaturi de lucru mai ridicate, în special la circuitele imprimate a căror elemente asamblate trebuie să aibă un factor mic de pierdere.

Este de remarcat că fabricația plăcilor stratificate bazate pe felul rășinilor (fenoplaste, melaminice, poliesteri, siliconi, epoxi etc) și a materialelor de impregnare, (hîrtie, țesături de bumbac azbest, sticlă etc) tinde să se generalizeze. O lucrare recentă [4] arată caracteristicile diferitelor plăci izolante folosite în fabricația cuircuitelor imprimate, completată cu mențiuni de la 1 (slab) la 10 (foarte bine), cu scopul de a înlesni posibilitățile de orientare a alegerii materialelor. Acest lucru reiese din tabela 3.

Sînt de remarcat încercările făcute în SUA de către NEMA privind efectele temperaturilor înalte asupra plăcilor izolante din materiale plastice. Acestea, arată că după încălzire de o oră la temperaturile cuprinse între 105 și 250 °C rezistența la încovoiere scade, dar după 168 ore valorile respective cresc. Continuînd cu încălzirea au loc iarăși coboriri. Încercările au mers pînă la o durată de 1000 ore.

În cazul rezistenței dielectrice se obțin valori aparente. La unele probe se realizează sporuri importante ce depășesc chiar valorile inițiale.

Efectul temperaturii trebuie luat totdeauna în considerație la alegerea materialului izolant. Cele mai bune rezultate se obțin în plăcile izolante pe bază de rășini melaminice, epoxi și siliconi.

Foliile metalice. În majoritatea cazurilor foliile de cupru găsesc o largă aplicație, cu toate că realizarea în grosimi uniforme și mai ales lipirea lor pe plăcuțe electroizolante întîmpină dificultăți serioase. Aderența foliei de cupru trebuie să corespundă unor norme prescrise care prevăd : rezistența mecanică la deslipire, rezistivitatea electrică de suprafață și de volum a ansamblului foliei de cupru-adeziv-placă precum și rezistența la șoc termic realizată prin cufundarea timp de cîteva secunde în baia de aliaj de lipit a cărei temperatură este de 230°C. Această ultimă probă corespunde cu situația în care ne găsim la lipirea terminalelor pieselor radio în placa cu cablaj imprimat, care se realizează printr-o scufundare în baia de aliaj de lipit SnPb în stare topită, operația făcîndu-se manual, semiautomat sau automat.

De asemenea trebuie să se țină seama de faptul că folosirea circuitelor imprimate se face în limite de temperatură cuprinse între −60°C și +120°C. În unele cazuri aceste limite sînt și mai mari ceea ce implică trecerea de la plăcile izolante fenocelulozice la altele mai rezistente la cald.

Grosimea foliilor de cupru utilizate variază de la 20 la 240 μ; cele mai des întîlnite sînt de două tipuri care au 34—35 μ respectiv 70 μ.

Foliile de cupru trebuie să fie uniforme și compacte pentru a nu se modifica în special conductivitatea cablajului; una din fețele foliilor și anume aceea pe care se întinde adezivul și se realizează lipirea, trebuie să prezinte un aspect rugos. Aderența se mai poate mări și printr-un tratament superficial (oxidare și spălare) a uneia din fețe.

Realizarea foliilor din cupru reprezintă una din problemele principale ale circuitelor imprimate. În acest scop se folosește metoda de depunere electrochimică sau metoda laminării.

Deoarece foliile de cupru laminate prezintă dificultăți importante la lipire, se preferă prima metodă (electrochimică), care conduce la un material ce se obține cu una din fețe în stare rugoasă ceea ce ajută foarte mult procesul de lipire.

Încercările de obținere a foliilor de cupru în uzinele „Electronica" au avut la bază o instalație de laborator a cărui principiu de montaj se arată în fig. 2. S-a folosit ca electrolit o soluție de sulfat de cupru. S-au încercat și electroliți cianurici pentru a se putea obține depuneri de cupru fără porozități.

Punerea la punct a metodei de fabricație a foliilor de cupru va cuprinde în primul stadiu crearea unei instalații pilot cu o producție zilnică care va acoperi nevoile de început ale uzinelor, urmînd ca sarcina producției pe scară a nevoilor generale să fie dată unei întreprinderi de specialitate.

Se menționează că în străinătate producția foliilor de cupru se realizează în cîteva fabrici

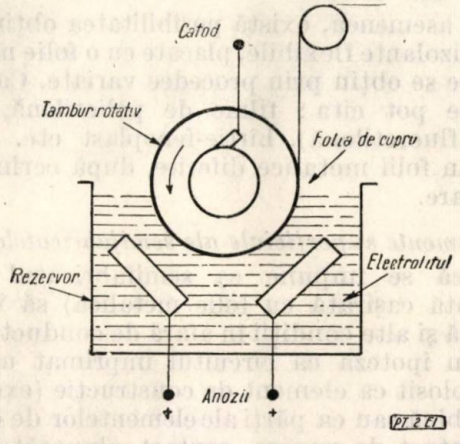


Fig. 2 Schema principială a depunerii electrolitice a foliilor de cupru.

mai mari care pot satisface nevoile industriei radioelectrice și electronice.

Calculul economic ar avea la bază diferența de preț între semifabricatul pentru circuite imprimate, importat ca atare și prețul aceluiași

material realizat în țară cu folia de cupru importată.

Ca folie metalică se poate folosi și folia de aluminiu, ce poate fi obținută ușor prin laminare. Foliile de aluminiu se lipesc mai bine de suportul izolant decît cele de cupru. În această direcție, în străinătate, se fac studii intense pentru punerea la punct a sudurii foliilor de aluminiu de conexiunile și capetele terminale ale piselor detașate ce trebuie să fie prinse pe placa cu circuite.

Folosirea foliilor de aluminiu va avea o influență hotărîtoare asupra prețului de cost respectiv asupra lărgirii domeniului de folosință a circuitelor imprimate.

Adezivii. Lipirea foliilor de cupru de placă se realizează cu ajutorul unor adezivi sintetici organici. În acest domeniu trebuie menționate cercetările făcute de ICECHIM, care au pus la punct prepararea unui adeziv mixt poliamil-butirol și bachelita A, cu rezultate satisfăcătoare. Tot ICECHIM va putea să prepare în instalațiile pe care le are un adeziv epoxidic similar cu produsele străine fabricate pentru aceleași scopuri. Numărul adezivilor folosiți este în continuă creștere.

Forme și dimensiuni de plăci izolante cașirate cu folii de cupru

Pentru fabricația curentă a circuitelor imprimate se pot procura semifabricate în dimensiuni variabile : 1×1 ; $1 \times 0{,}5$, sau mai mici. Dimensiunile sînt luate în m.

În grosimea totală indicată în specificațiile de calitate, este inclusă și grosimea foliei de cupru. Majoritatea constructorilor folosesc plăci de 1,5 mm sau 1,58 mm ; se pot obține însă și alte grosimi cuprinse între 0,15 și 6,35 mm, sau chiar mai mult.

De asemenea, există posibilitatea obținerii de plăci izolante flexibile, placate cu o folie metalică și care se obțin prin procedee variate. Ca exemple se pot cita : filme de polietilenă, teflon (tetrafluoretilenă), hîrtie-fenoplast etc. îmbrăcate în folii metalice diferite, după cerințele de utilizare.

Tratamente superficiale ale semifabricatelor

Dacă se impune ca semifabricatul (placă izolantă cașirată cu folie metalică) să îndeplinească și alte condiții în afară de conductivitate, sau în ipoteza că circuitul imprimat urmează a fi folosit ca element de construcție (exemplu : ca bobină sau ca părți ale elementelor de contact — contact de rupere, contact alunecător etc.) folia metalică prezintă o rezistență mecanică și anticorosivă mult prea mică. În acest caz, printr-un tratament superficial, este posibil ca să se modifice atît secțiunea cît și caracteristicile foliei metalice.

Cel mai simplu mijloc, utilizat în acest scop este acela al *depunerii galvanice superficiale.* Prin această operație circuitul imprimat obținut ulterior poate corespunde unor condiții mult mai grele în ceea ce privește : secțiunea conductoare, rezistivitatea, rezistența la șoc termic și la scîntei electrice, rezistența la frecare, condiții climatice grele etc.

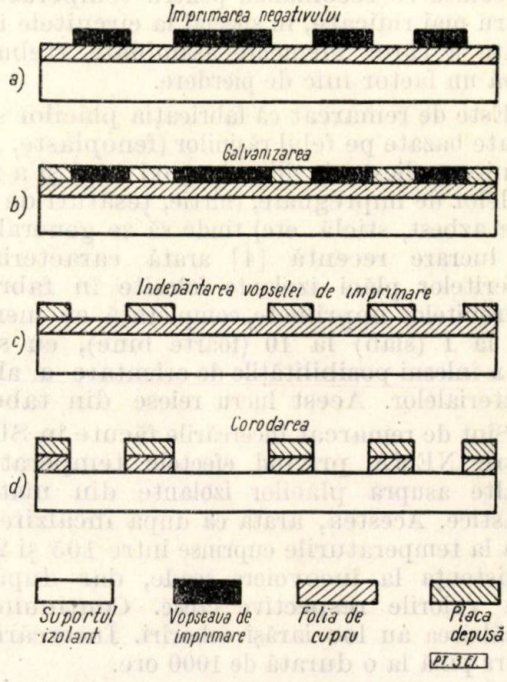


Fig. 3. Schema de principiu a placării electrolitice (electroplacare) a plăcilor corodate.

În linii mari, depunerea galvanică se realizează imprimîndu-se pe folia metalică (printr-unul din procedeele arătate mai departe) negativul schemei circuitului ce urmează a fi obținut. După o prealabilă pregătire, semifabricatul este introdus într-o baie de depunere electrolitică. Depunerea are loc pe suprafețele ce formează însuși desenul circuitului imprimat. Apoi porțiunile de metal depuse sînt protejate, în timp ce celelalte părți ale foliei metalice sînt expuse acțiunii soluției de corodare. Principial schema tehnologică respectivă este arătată în fig. 3.

O variantă de lucru a acestui sistem se aplică și în cazul metalizării interioare a găurilor, ce asigură montarea pieselor. În fig. 4 este arătată schema principială a procesului tehnologic de depunere galvanică a unui metal, în găurile de montare a pieselor (cazul unui semifabricat, cașirat cu folii de cupru pe ambele fețe și găurit (fig. 4, *a*). Porțiunile ce nu trebuie să fie acoperite galvanic sînt acoperite cu un strat organic protector, iar cele pe care trebuie să se depună stratul metalic se acoperă cu un strat conductor aderent la materialul din care este fabricată placa izolantă. După galvanizare se îndepărtează stratul de protecție pentru a se trece mai departe la operația de corodare (fig. 4, *c*, *d* și *e*).

În tabela 4 sînt arătate o serie de tratamente superficial aplicate obișnuit semifabricatelor de circuite imprimate, în funcție de scopul utilizării lor [5].

Metode de trecere a desenului circuitului imprimat pe folia metalică a semifabricatului

Așa cum este arătat în fig. 3, pentru obținerea circuitelor imprimate prin metoda corodării, o operație importantă o constituie copierea desenului circuitului, pe folia metalică a semifabricatului.

Desenul este adesea descompus pe subansamble, ținîndu-se seama de posibilitățile de fabricație, de montaj și depanaj, de adaptarea termică etc.

În vederea stabilirii schemelor de principiu, Comisia Internațională Electronică dă o serie de indicații [6]. În prealabil se realizează desene model care apoi sînt fotografiate. Emulsiile fotosensibile utilizate sînt greu impresionabile, pentru a se putea obține contraste cît

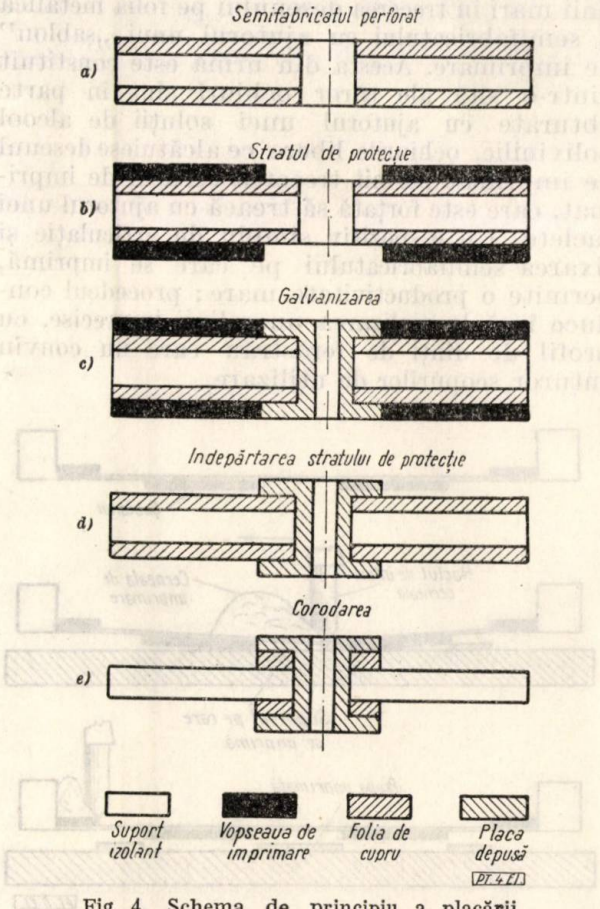


Fig. 4. Schema de principiu a placării electrolitice a găurilor de legătură a unui circuit imprimat.

mai mari. În acest scop se aleg emulsii cu o granulație fină, pe un suport de triacetat de celuloză sau polistiren.

Fotografierea se face prin suprapunerea desenului model peste film, în contact perfect și apoi se expune la lumină.

Tabela 4

Tratamentele superficiale ale semifabricatelor — folioi de cupru cașirate pe plăci (stratificate) izolante

Felul tratamentului superficial	Scopul tratamentului (Exemplu de utilizare)
Argintare prin cufundare	Protecție de scurtă durată contra coroziunii
Argintare galvanică 2,5 — —50 μ	Contacte de întrerupere cu funcționare lentă
Cositorire galvanică (60% Sn și 40 % Pb) 1,3 la 50 μ	Îmbunătățirea posibilităților de lipire
Aurire prin cufundare	Protecție contra coroziunii si îmbunătățirea posibilităților de lipire
Aurire galvanică 2,5 la 5μ	Suprafețe pentru contacte de rupere
Depuneri galvanice de indiu 5 la 12,5 μ	Suprafețe de contact rezistente la coroziune
Nichelări galvanice 6 la 12 μ	Suprafețe netede și tari pentru contacte de alunecare
Nichelări galvanice 6 — —12 μ urmată de rodiere galvanică 0,1 la 1 μ	Suprafața de contact pentru contacte de alunecare și comutatoare pentru exploatare intermitentă și de durată
Nichelare galvanică 6 — —12μ și rodiere galvanică 1 la 2,5 μ	Suprafața de contact pentru contacte de alunecare, pentru situațiile din care nichelul datorită proprietăților feromagnetice nu poate fi utilizat

Filmul expus, developat și fixat reprezintă clișeul pentru copierea directă pe folia metalică a semifabricatului. Condițiile impuse clișeelor-foto se referă la :

— precizia dimensională ;

— stabilirea suportului utilizat pentru emulsiile foto sensibile ;

— rezistența mecanică pentru a îngădui un număr cît mai mare de reproduceri.

Precizia dimensională a clișeelor se obține folosind o anumită dispoziție a așezării aparatelor de fotocopiat și a portdesenelor model.

Stabilitatea suportului emulsiei se referă la faptul că aceasta, după expunere la lumină, suportă diferite tratamente în cursul cărora (după developare) nu-și mai revine la dimensiunile inițiale. Se menționează că suportul din polistiren are contracția cea mai mică (0,1%) în raport cu suportul din triacetat de celuloză.

Se folosesc drept suport și plăci de sticlă, care nu au acest incovenient, dar care nu îngăduie reproduceri pe suprafețe mari. În prezent se studiază utilizarea unor suporți din poliesteri care par a avea calități speciale.

Precizia fotografierii liniilor este condiționată de : timpul de expunere, de raportul de luminiscență, de cantitatea și calitatea suprafețelor albe și negre. În unele cazuri liniile se întăresc prin tratament separat.

În situația că este necesară reproducerea de configurații geometrice mai complicate, se folo-

sesc diafragme speciale ce îngăduie impresiunea uniformă. Filmele trebuie să fie total lipsite de defecte.

În foarte multe cazuri este necesară realizarea unui multiplu de circuite imprimate identice, pentru fiecare operație de fabricație; pentru aceasta, cu grupul de clișee respective se face un fotomontaj care se fotografiază pe un clișeu de dimensiuni corespunzătoare.

Odată clișeul realizat, acesta trebuie trecut pe folia metalică a semifabricatului. În acest scop se folosesc următoarele metode:

— fotogravarea;
— imprimarea rotocalcografică (offset);
— imprimarea serigrafică;
— procedee electrostatice.

a) F o t o g r a v u r a, fiind o metodă foarte precisă este folosită în special în cazul circuitelor imprimate cu toleranțe mici, sau de dimensiuni mici, precum și pentru seriile zero.

În principiu, metoda constă din acoperirea suprafeței metalice a semifabricatului (placă izolantă—folie metalică) cu un strat fotosensibil uniform întins. După uscare stratul devine sensibil la lumină actinică. Cu ajutorul unui șasiu pneumatic se asigură un contact intim între stratul sensibil și clișeul fotografic și se expune unei surse de raze ultraviolete. Această operație denumită „insolație" are drept scop insolubilizarea stratului fotosensibil în părțile transparente ale clișeului fotografic; zonele neinfluențate de lumină sînt îndepărtate cu ajutorul unui lichid de developare ales în funcție de natura substanței fotosensibile. Porțiunile din folia de cupru rămase acoperite sînt insolubilizate la rîndul lor prin încălzire la 100—110°C; porțiunile descoperite sînt atacate și îndepărtate în baia de corodare, rămînînd circuitul imprimat ce reproduce desenul.

Procedeul fotogravurii, deși foarte exact, implică practic o serie de dificultăți, datorită atît utilizării de soluții fotosensibile, cît și condițiilor de lucru respective.

b) I m p r i m a r e a r o t o c a l c o g r a f i c ă (offset). Particularitatea acestui procedeu constă în faptul că liniile desenului de reprodus se găsesc în același plan cu golurile suprafeței de imprimare. În circuitele imprimate se folosește numai procedeul uscat (offset sec), cu matrițe plane. Matrița se realizează prin fotogravură și permite o trecere a desenului pe folia metalică în condiții precise [7], [8].

În acest scop, metalul este bine curățat și uscat, apoi acoperit cu un strat fotosensibil pe bază de alcool polivinilic sau albumină; după expunerea de copiere a desenului acesta se acoperă cu cerneală litografică și se developează.

Developarea scoate în evidență metalul ca și desenul de reprodus. În continuare, clișeul suferă un tratament litografic, cu gumarabică sau rășină celulozică, precum și o modificare superficială ce îngăduie reținerea cernelii de imprimare numai în porțiunile ce reproduc desenul.

Plăcile cu circuite imprimate sînt uscate la infraroșii sau aer cald și apoi corodate.

În fig. 5 se arată schema de principiu a modului cum se transferă desenul de reprodus de la placa offset la semifabricatul circuitului imprimat.

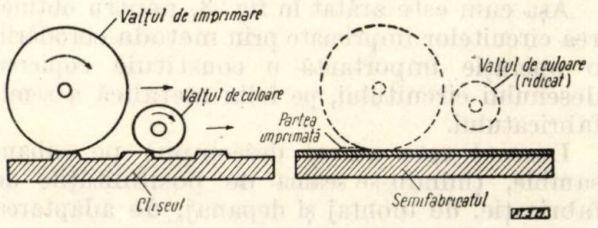


Fig. 5. Schema de principiu a imprimării offset.

c) I m p r i m a r e a s e r i g r a f i c ă, al cărui principiu este arătat în fig. 6, constă în linii mari în trecerea desenului pe folia metalică a semifabricatului cu ajutorul unui „șablon" de imprimare. Acesta din urmă este constituit dintr-o sită ale căror ochiuri sînt în parte obturate cu ajutorul unei soluții de alcool polivinilic, ochiurile libere ce alcătuiesc desenul de imprimat permit trecerea cernelii de imprimat, care este forțată să treacă cu ajutorul unei raclete. Un dispozitiv simplu de articulație și fixarea semifabricatului pe care se imprimă, permite o productivitate mare; procedeul conduce însă la realizarea unor linii imprecise, cu profil de dinți de ferăstrău care nu convin tuturor scopurilor de utilizare.

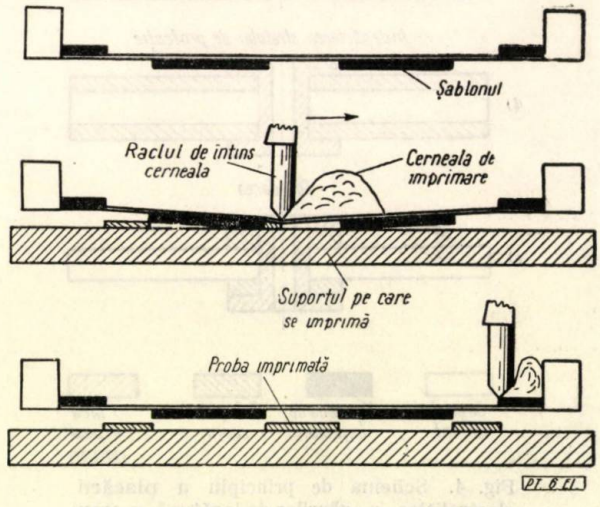


Fig. 6. Principiul imprimării serigrafice.

Pentru înlăturarea acestui neajuns se folosește în ultimul timp o peliculă de gelatină din bromură de argint ce conține și substanța de developare. După expunere și developare, gelatina se așază pe sita șablonului presîndu-se uniform pentru a se încrusta. În acest mod

porțiunile expuse la lumină și developate se pot îndepărta.

În continuare este necesară insolubilizarea gelatinei lucru ce se realizează prin mijloace de tăbăcire adecvate.

Natura țesăturii și a armurii țesăturii se stabilește de la caz la caz. Se recomandă mătasea naturală, țesătură specială din fire de nylon sau tergal precum și țesături metalice din fire de bronz fosforos, sau fire de oțel inoxidabil.

Încercările făcute în uzinele „Electronica" s-au bazat pe realizarea unor șabloane din sită metalică (fire de bronz fosforos, armura dreaptă avînd desimea de 10 000 ochiuri/cm²). Rezultate mai bune se obțin folosindu-se țesături din fire de nylon avînd 12—16 mii de ochiuri/cm².

O serie de detalii privind realizarea șabloanelor pentru imprimări serigrafice sînt date în lucrările de specialitate [9], [10].

Pentru imprimarea desenelor se folosesc procedee complet diferite de cele serigrafice și anume procedee fotografice. Dintre aceste procedee de curînd folosite se remarcă procedeul electrofotografic (xerografic) care diferă fundamental de metodele obișnuite de fotografiere. Alt procedeu de relevat este procedeul Electrofax.

d) Procedeele electrostatice folosesc în majoritatea lor o placă de bază cu o forță activă constituită dintr-un strat gros de pulbere amorfă de seleniu, încărcat electrostatic. Pe această placă se proiectează desenul de reprodus la o scară convenabilă; zonele de lumină lovind stratul de seleniu, descarcă suprafețele corespunzătoare ale acestui strat fotosensibil. În acest mod se creează o imagine latentă alcătuită din zone electrizate și zone neutre. Zonele electrizate se pot acoperi cu un material ce poate fi ușor atras de cîmpul electrostatic. (Exemplu o rășină sintetică sau asfalt).

Urmele acoperite ce se obțin, se transferă pe folia metalică a semifabricatului. Desenul astfel transferat este consolidat prin topire și apoi placa este supusă atacului chimic.

Corodarea chimică.

Corodarea chimică constituie ultima treaptă tehnologică în fabricarea circuitelor imprimate prin metoda corodării. Scopul acesteia este de a îndepărta porțiunile neprotejate ale foliei de cupru. Operația implică un timp precis, a cărui durată poate fi influențată de concentrație, temperatură și mijloacele de agitare a băilor de corodare. De asemenea, trebuie luat în seamă și faptul că pe măsură ce în baia de corodare crește conținutul în metal dizolvat, procesul de corodare pierde din intensitate.

În unele variante de aplicarea corodării chimice, băile sînt înlocuite cu sisteme de pulverizare a soluției direct pe suprafața supusă corodării.

Alt procedeu se bazează pe corodarea electrochimică, care ar asigura o mai mare finețe a liniilor imprimate.

Operația de corodare chimică implică utilizarea unui important număr de substanțe chimice, alese în funcție de natura materialului metalic ce trebuie dizolvat.

Astfel în cazul corodării foliei de cupru se folosește invariabil clorura ferică:

$$2\,FeCl_3 + Cu \rightarrow 2\,Fe\,Cl_2 + Cu\,Cl_2$$

Pentru menținerea vitezei de reacție, este necesară menținerea constantă a concentrației băii ($D^0_{20} = 1{,}356 - 1{,}409$).

O serie de lucrări publicate, dau date suficiente pentru pregătirea băilor, menținerea concentrației lor și în același timp pentru recuperarea și regenerarea clorurii ferice [11].

Principalul avantaj al folosirii clorurii ferice ca mediu de corodare constă în faptul că procesul conduce la margini drepte și linii fine ale figurilor reproduse, care nu se obțin, în cazul folosirii acidului azotic concentrat.

Foliile din alte metale sînt corodate cu ajutorul altor produse chimice. Astfel, pentru folia de argint se folosește o soluție de 30 % acid azotic; pentru folia de aluminiu se folosește o soluție de 10% acid clorhidric etc.

După corodare, plăcile se spală cu apă și se usucă în aer cald.

Pentru a proteja plăcile de o oxidare ulterioară, acestea sînt acoperite cu un strat de protecție constituit dintr-o soluție activată de colofoniu în alcool.

În unele cazuri, constructorii cer asigurarea unei protecții totale a plăcii cu circuitul imprimat, în afara porțiunilor destinate sudurii pieselor detașate; în acest fel se realizează o sudură selectivă și în același timp se asigură și protecția circuitelor în cele mai bune condiții, contra coroziunii atmosferice.

B. Alte metode utilizate pentru fabricația circuitelor imprimate

În stadiul actual al practicii industriale mondiale prezintă o mare importanță față de metoda corodării pentru obținerea circuitelor imprimate și alte metode: metoda stanțării, metoda matrițării, metoda fotografică.

Metoda stanțării reține în mod deosebit atenția, deoarece este utilizată cu succes în fabricarea circuitelor imprimate pentru mașinile electrice.

Această metodă prezintă două posibilități de aplicare:

Prima, constă în stanțarea separată — cu ajutorul unei matrițe — a circuitului propriu-zis; aceasta este apoi lipită pe suportul electroizolant.

Cea de a doua metodă, se realizează dintr-o singură operație (fig. 7): folia de cupru se

așază deasupra unui film adeziv, care la rîndul său se reazemă pe suportul izolant. Stanța de tăiere este încălzită la 100—120°C, ceea ce face ca în timpul operației de stanțare filmul adeziv să se întărească, asigurînd legătura dintre folia de cupru și suportul izolant.

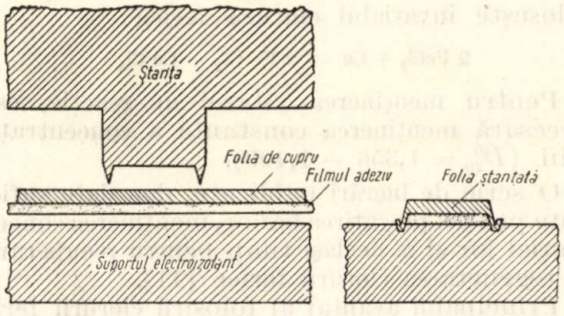


Fig. 7. Schema de principiu a metodei ștanțării.

Procedeul prin stanțare conduce la rezultate bune în obținerea de circuite imprimate; în plus, porțiunile din folie de cupru ce se îndepărtează în cursul operației de stanțare sînt în întregime recuperate.

Metoda matrițării sau *metoda incrustării* a fost mai mult utilizată în ultimul timp, datorită faptului că asigură o productivitate mai mare.

În prealabil se realizează matrița — din alamă sau bronz — în care se reproduce desenul de imprimat.

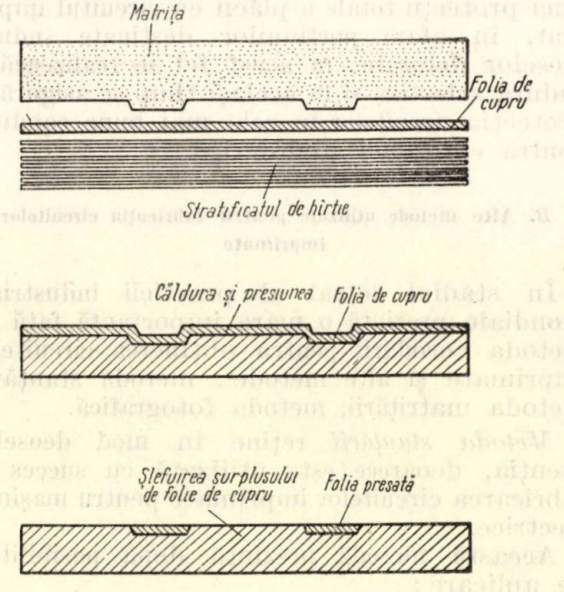


Fig. 8. Schema de principiu a metodei matrițării.

Pentru obținerea circuitului imprimat respectiv, se așază folia de cupru între matriță și suportul izolant. Acesta din urmă este alcătuit dintr-un material stratificat celulozic, impregnat cu o rășină adezivă parțial policondensată.

Sub influența presiunii și temperaturii se asigură legătura dintre folia de cupru și suportul izolant impregnat cu rășină adezivă așa cum se arată în fig. 8, după care îndepărtarea porțiunilor ne necesare se poate face prin șlefuire sau alt procedeu.

Cu ajutorul unei matrițe încălzite se lucrează și în procedeul de presare a pulberii de argint, (Elargol process) — așa cum se arată în fig. 9.

În acest caz se așază pe întreaga suprafață a materialului izolant pulbere de argint ce se presează cu ajutorul unei matrițe încălzite.

În punctele proeminente ale matriței pulberea de argint pătrunde în masa suportului izolant, iar sub influența presiunii și căldurii se obține

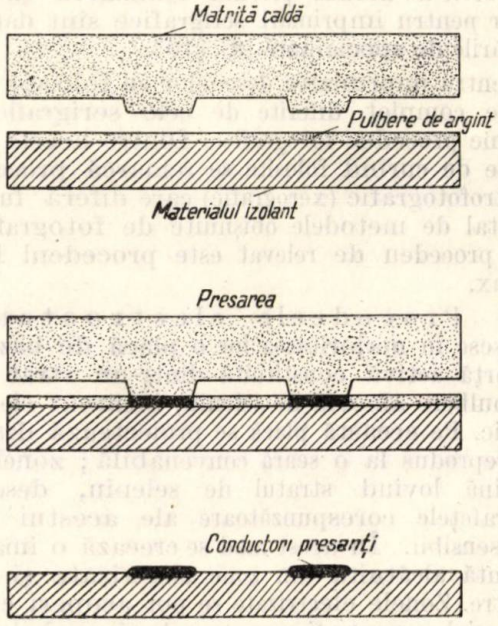


Fig. 9. Schema de principiu a procedeului de presare a pulberii de argint.

topirea pulberii. În acest mod se formează conductoarele presate.

Metoda fotografică. Pe materialul izolant se depune un strat sensibil, special, ce cuprinde săruri metalice cu lianți sensibilizați cu bicromat de amoniu și fosfuri de amoniu. După developarea care conduce la forme precise, placa se cufundă într-o baie de săruri metalice alcaline pentru a realiza o metalizare cu conductivități ridicate.

Circuitele imprimate pentru temperaturi înalte. Produsele obținute prin metodele descrise pînă aici, nu rezistă la temperaturi mai mari de 250°C.

Piesele detașate speciale, așa cum sînt: lămpile cu blindaj ceramic, rezistențele metalice pe suport ceramic, condensatoarele cu dielectric din cristale de aluminiu sau mică, precum și unele circuite destinate a funcționa în condiții

corespunzătoare claselor de izolație ridicate, pot fi montate pe circuite imprimate rezistente la temperaturi înalte. Aceste circuite sînt constituite dintr-un izolant pe bază de steatită sau o masă ceramică ce conține 95% oxid de aluminiu sau forsterită.

În unele cazuri se caută un suport extrem de ușor, avînd o inducție specifică și pierderi mici, care să reziste la temperaturi de peste 200°C.

În acest scop se recomandă: bețe goale de sticlă, de rășină epoxi sau din teflon.

Circuitele imprimate pe suport ceramic și pe ansamblu sticlă-mică, pot fi folosite pînă la 400°C și mai mult [12], [13], [14].

Circuitele imprimate miniaturizate cu cablaj de molibden-mangan pe suport de aluminiu pot fi utilizate pînă la 700°C. Legăturile din fire de platină și contacte de argint înglobate în forsterită pot fi utilizate pînă la 800°C.

La această categorie de circuite imprimate se mai ridică și problema rezistenței lor la razele gama.

În fabricarea circuitelor imprimate pe suport ceramic, se folosește și metoda volatilizării și depunerii metalelor în vid [15]. Se realizează straturi subțiri de metal, ce nu depășesc cîteva zecimi de microni [16]. Pentru depuneri în vid se folosesc cupru și argint. Odată creat primul strat metalic, acesta se poate îngroșa ulterior prin depunere galvanică.

Rezultatele acestui procedeu sînt slabe, din cauza aderenței insuficiente a stratului metalic depus pe suportul ceramic, precum și a complexității operațiilor tehnologice.

O răspîndire mai largă o are folosirea unei paste de oxid de argint, care se leagă de suportul ceramic prin intermediul unui strat de sticlă. Operația se execută prin calcinarea ceramică la temperaturi înalte.

Procesul tehnologic al imprimării pe suport ceramic, și folosind procedee ceramice, este destul de greu de realizat mai ales din cauza fragilității suportului ceramic și sticlei. În plus se folosește un metal prețios cum este argintul.

Totuși, caracteristicile dielectrice ridicate și stabilitatea termică, impune folosirea lor în mai multe domenii al tehnicii.

Fabricarea circuitelor imprimate mai este posibilă și prin metoda chimică și electrochimică (în prealabil depunîndu-se un strat metalic pe cale chimică ce se îngroașă apoi pe cale electrochimică).

Această metodă reduce consumul de cupru dar prelungește în schimb procesul tehnologic, chiar în ipoteza că se realizează automatizarea completă.

Este de reținut faptul că mijloacele fotochimice de fabricație a circuitelor imprimate oferă un număr important de variante de lucru chiar și în cazul imprimării pe suport ceramic.

C. Procedeul de realizare a circuitelor imprimate folosit în uzinele „Electronica"

În uzinele „Electronica", procedeul în curs de aplicare în momentul punerii în funcțiune a instalațiilor, este metoda corodării chimice respectiv metoda destructivă.

Schema de lucru cuprinde:

Operații de fotografiere. Se pleacă de la desenul circuitului realizat de proiectant, la o scară mult mai mare decît cea naturală, scară ce poate varia de la 2 : 1 la 10 : 1 în funcție de cotele finale dorite și ținînd seama de posibilitățile de reproducere. Desenul va trebui să aibă o stabilitate dimensională cît mai mare posibilă. În acest scop se folosesc cartoane speciale acoperite cu un strat de caolină și alb de titan. În unele cazuri, cînd toleranțele dimensionale ale circuitului sînt mult mai mici, cartoanele pregătite ca mai sus se lipesc pe plăci de aluminiu cu ajutorul unui adeziv. Așa se poate împiedica variațiile dimensionale între lungime și lățime. Desenele pe aceste cartoane se pot ușor corecta în caz de modificări.

În lipsa unor condiții speciale desenul poate fi realizat pe hîrtie obișnuită de calc, metoda este imperfectă dar operativă.

Obiectivul final este acela al obținerii pe un film sau placă fotografică a imaginei negative sau pozitive a circuitului imprimat dorit (o imagine se consideră negativă dăcă părțile metalice ale circuitului sînt reprezentate în alb, iar părțile descoperite ale izolantului sînt reprezentate în negru — în caz invers imaginea este denumită pozitivă). Imaginea va trebui să prezinte părțile albe transparente, iar cele negre perfect opace.

Operațiile de fotografiere implică o serie de măsuri în modul de lucru, calitatea materialelor, realizarea fotomontajelor în cazul producției în serie mai mare etc.

Procedeul de fabricație. Se vor folosi semifabricate avînd ca suport plăci izolante de tipul XXXP cașirate cu folii de cupru electrolitic, care la început se vor importa.

Plăcile sînt decupate mecanic la dimensiunile circuitului de realizat, avînd grijă de a se lăsa în plus 2 cm față de cea mai mică dimensiune a ansamblului de realizat.

Pentru transpunerea desenului imprimat se va folosi procedeul serigrafic arătat în fig. 1.

Ca operații principale se menționează:

Prepararea plăcilor. Se prevede un plan de decupare eventual cu un format neregulat, astfel ca să se realizeze un minim de material căzut. Operațiile se realizează la foarfecă sau ghilotină.

Se prevede o toleranță în plus de 1 cm pe latura cea mai îngustă.

Plăcile astfel decupate se freacă cu ajutorul unei perii de relon cu scopul de a înlătura

aşchiile rămase de la tăiere, apoi se degresează în vapori de tricloretilenă.

Prepararea şablonului serigrafic se face separat folosind metoda descrisă mai sus.

Dispozitivul de imprimare serigrafică, care dă rezultatele cele mai bune, este dispozitivul cu vacuum, care îngăduie trecerea uşoară a cernelii serigrafice prin ochiurile libere ale şablonului, în vederea realizării de linii drepte, şi a tuturor detaliilor desenului.

Cerneala serigrafică pentru imprimarea circuitelor imprimate are la bază răşini pe bază de pentaeritrită ce îngăduie o uscare uşoară oxidativă la aer timp de 5—6 ore sau în etuvă cu aer cald la 80—90°C timp de 1 oră.

Aceste cerneluri au fost realizate în ţară de MIPC Laboratorul central de cercetări lacuri şi cerneluri. Pentru ca cerneala să treacă uşor prin ochiurile sitei se diluează cu White spirit sau cu ulei de in fiert (sicativat) în funcţie de temperatura şi umiditatea aerului.

Imprimarea. Imprimarea serigrafică este o operaţie extrem de simplă, dar care impune o atenţie deosebită la controlul ochiurilor sitei şablonului, potrivirii exacte a şablonului deasupra plăcii, aplicarea cernelii, manevrarea racletei ce împinge cerneala, condiţii de uscare.

Nerespectarea condiţiilor de lucru conduce la rezultate complet negative în ceea ce priveşte continuitatea liniilor imprimate şi a preciziei desenului de reprodus.

Atacul chimic al plăcilor. Atacul porţiunilor de folie de cupru neprotejate de cerneala serigrafică aplicată pe plăci, se face folosind băi cu dispozitive de pulverizare a clorurii ferice.

Atacul durează 2 — 3 min şi se reglează automat. Operaţia de încărcare şi descărcare a plăcilor se face manual sau semiautomat.

După terminarea atacului chimic se procedează la un control minuţios al plăcilor, apoi se trece la spălare în apă curentă neutralizată într-o soluţie de hidroxid de calciu şi soluţie de acid oxalic între care se intercalează spălări cu apă, iar la sfîrşit o ultimă spălare şi uscare în aer cald la 60°C. Pentru a îndepărta cerneala serigrafică de protecţie se folosesc băile de tricloretilenă sau instalaţii ce lucrează cu vapori de tip cloretilenă. Cerneala se înmoaie şi se desprinde foarte uşor. Timpul de înmuiere variază cu modul de uscare a cernelii după imprimarea serigrafică.

Ultimele resturi de cerneală se pot îndepărta uşor folosind tamponul de vată îmbibat în tricloretilenă.

Se menţionează că plăcile imprimate şi corodate şi spălate nu pot rămîne prea mult timp în baia de tricloretilenă, deoarece aceasta atacă în timp adezivul.

Un ultim control se face asupra circuitului imprimat cînd se măsoară pe laturi mai mari caracteristicile electrice şi rezistenţa la şoc termic.

3. Aplicaţiile circuitelor imprimate în tehnica modernă.

Circuitele imprimate contribuie într-o largă măsură la rezolvarea a trei probleme importante pe care le ridică tehnica nouă : automatizarea proceselor tehnologice, miniaturizarea construcţiilor utilizînd aceste circuite şi simplificarea proiectelor de execuţie a operaţiilor de montaj, reparaţii şi întreţinere în exploatare.

Astfel, în electronică, circuitele imprimate reprezintă un ajutor nepreţuit la realizarea unei construcţii simple, economice, a aparatelor şi pieselor detaşate miniaturizate, a posibilităţilor de montaj, a folosirii tranzistoarelor şi celorlalte piese miniaturizate din receptoare, televizoare şi alte diverse aparate electronice.

Avantajele pe care le-a adus în acest domeniu al tehnicii ca şi celelalte sînt atît de evidente în cazul montajului, întreţinerii şi reparaţiilor, încît a trebuit să se schimbe fundamental concepţiile de bază pentru proiectarea aparatelor electronice.

În esenţă s-a creat electronicii o bază tehnico-economică, care i-a asigurat producţia unor aparate simple, robuste şi de dimensiuni mici.

Circuitele imprimate deschid drumuri noi construcţiei de maşini electrice rotative, aparatelor de telefonie şi telecomandă, aparaturii de înregistrare automată ce echipează rachetele şi navele cosmice etc.

Industria electrotehnică va primi un important impuls prin simplificarea montajelor, a micşorării greutăţii pieselor, economiei de material şi posibilităţii de automatizare a proceselor tehnologice.

Montajul pe circuitul imprimat, se va realiza cu importante economii de aliaje de lipit, ceea ce constituie un îndemn puternic pentru proiectanţii diferitelor piese, aparate şi maşini de a trece la această formă nouă de asamblare.

Ca urmare a utilizării circuitelor imprimate a devenit posibilă automatizarea asamblării aparaturii electronice aşa cum arată experienţa uzinelor „Emerson" (S.U.A.)

Într-un timp foarte scurt, aceste posibilităţi vor reprezenta soluţii tehnice şi economice şi a altor probleme ce se vor naşte în tehnică, şi acestea se vor datora în mare măsură şi preţului de cost scăzut al fabricaţiei de circuite imprimate [17].

Este interesant modul cum se repartizează pe ramuri de industrie folosirea circuitelor imprimate în S.U.A. — între anii 1956—1961 — cum se arată în tabela 5.

Din această tabelă rezultă că sectorul de telecomunicaţii, maşini de calculat, instrumente de măsură şi automatizări au folosit în perioada menţionată din ce în ce mai mult circuitele imprimate. Utilizarea circuitelor

imprimate se extinde în tot mai multe domenii, ceea ce este ilustrat de faptul că în sectorul de radio și televiziune intervine cu o pondere în

Tabela 5

Folosirea circuitelor imprimate în diferite ramuri de industrie (SUA)

Domeniul de utilizare	Repartizarea procentuală	
	1956	1961 (estimat)
Comenzi electronice. Instalații de climatizare	—	1,3
Mașini de putere (legături între armături)	0,8	6,0
Aparate de transmisie	0,3	8,2
Mașini de calculat	0,7	7,5
Mașini de dictat	0,16	0,5
Aparate de măsură și control	0,04	1,3
Utilizări militare	4,4	28,2
Radio și televiziune	46,0	37,5
Diverse utilizări	47,6	9,5

scădere față de totalul consumului de circuite imprimate.

De asemenea, cifrele ce indică „utilizări diverse" în perioada 1956—1961, trebuie privite sub aspectul înregistrării statice din ce în ce mai exacte, care a repartizat producția pe ramuri de specializare.

Tot din această tabelă mai rezultă și faptul că circuitele imprimate sînt folosite în bună parte în scopuri militare, inclusiv tehnica rachetelor.

Problema utilizării circuitelor imprimate în execuția bobinajelor mașinilor electrice rotative va fi expusă într-un articol viitor.

Bibliografie

[1] *L. Delfosse*: Circuits imprimés. L'onde électrique **40** (1960) 395, 183—200.

[2] *Paul Eisler*: The technology of printed circuits. Heywood Londra. 1959, 32—36.

[3] *** Les méthodes de fabrication des circuits imprimés. L'officiel des matières plastiques (1959) 63, 927.

[4] *** Récents développements dans le domaine des isolants et des stratifiés pour circuits imprimés. La pièce detachée. Editions Leps, Paris (1960) 18, 41 — 44.

[5] *G. Seidel*: Gedruckte Schaltungen. Technologie und Technick, Verlag Technick, Berlin 1959, 24—97.

[6] ***Gedruckte Schaltungen für industrielle Zwecke. Elektronik **6** (1957) 6, 163—167.

[7] *E. A. Appes*: Printing Ink Technology. Leonard Hill Books, Londra 1958, 400.

[8] *I. G. Eides, A. M. Mironov*: Tehnologhia izgotovlenia detalei priborov i radioapparaturî. Sudpromghiz, Moscova 1956, 451.

[9] *** Printed and Publisher **66** (1957) 12, 45 — 76. Caiet selectiv Industria Ușoară. IDT, 1957.

[10] *Erich Mertes*: Fehlerquellen und ihre Beseitigung bei der Herstellung von Siebdruckschablonen in direkten Fotoverfahren mit Polivinilalcool. Der Plastverarbeiter **7** (1956) 6, 98.

[11] *R. L. Swiggett*: Introduction to printed circuits. John F. Rieder Publisher Inc, New-York, 1956, 38.

[12] *K. Schleuzig*: Technologie von Leiterplatten. Nachrichtentechnik **9** (1959) 8, 339—342.

[13] *** New standards for laminated plastics. Latest NEMA ratings based on high temperature performance. Electronics **32** (1959) 35, 48—49.

[14] *George Sideris*: Materials for environmental. Extremes. Electronics **32** (1959) 49, 85.

[15] *F. Decker, S, Stolze*: Die keramische Technick der gedruckten Schaltunger und ihre Kleinebauelemente. Nachrichtentechnick **9** (1959) 8, 347—350.

[16] *V. A. Jukov*: Tehnologhia proizvodstva radioaparaturî. Gosenergoizdat, Moscova, 1959, 593 — 595.

[17] *A. J. Frolov, E. V. Klocikova*: Fotohimiceskii sposob izgotovlenia peciatnih shem. Sudpromghiz, Moscova 1959, 73—75.

Intrat în redacție la 7 decembrie 1960.

Tehnologia contactelor electrice placate

Constantin Fugaru şi Ion Barbu* — Bucureşti

Placarea argintului pe piesele de contact reduce cantitatea de metal nobil faţă de execuţia masivă şi asigură mărirea duratei de viaţă în comparaţie cu argintarea electrolitică oricît de groasă. În cele de mai jus se expun lucrările de cercetări întreprinse la ICET în vederea introducerii acestor noi tehnologii de mare productivitate.

CZ 621.316.5.066.6.002.3

Intensificarea introducerii tehnicii noi este o sarcină de cea mai mare importanţă în procesul de industrializare socialistă a ţării în vederea realizării unei productivităţi înalte a muncii şi reducerii continue a preţului de cost. Este ştiut că acolo unde procesul de producţie se bazează pe ultimele progrese ale ştiinţei şi tehnicii, nivelul productivităţii muncii creşte.

În lumina acestor sarcini şi indicaţii, un colectiv de cercetare de la ICET a urmărit aplicarea unei tehnologii moderne în fabricaţia contactelor electrice ale aparatelor de conectare de joasă tensiune.

Astfel, s-a stabilit tehnologia de placare şi sudare în linie a contactelor, obţinîndu-se plăci bimetalice din care s-au debitat contacte prin stanţare. Această metodă modernă este folosită în ultimul timp de unele firme constructoare din ţări industriale. În literatura de specialitate [1] indicaţiile referitoare la acest procedeu sînt foarte vagi.

În lucrare se descrie tehnologia preparării aliajelor pe bază de Ag care au servit la confecţionarea contactelor placate şi lipite. Au fost preparate aliaje de AgZn, Ag Cd, Ag Cu, care au fost placate pe plăci din Cu.

Importanţa aplicării acestei tehnologii în fabricaţia contactelor este mare, întrucît duce la ridicarea considerabilă a productivităţii muncii şi la economisirea materialelor pentru contacte.

Scopul lucrării este de a prezenta cercetările efectuate în ICET în vederea elaborării contactelor placate din Ag pur şi din aliaj de Ag, contacte supuse uzurii electrice în vederea alegerii celui mai potrivit material. Tehnologia contactelor electrice placate este modernă, ea asigură o productivitate a muncii ridicată şi un preţ de cost scăzut. De asemenea durata de viaţă a contactelor placate este cu mult mai mare decît a contactelor lipite, datorită durităţii ridicate a argintului (78—90 kg/mm²) şi a unei căderi de tensiune pe contact mică, ca rezultat ale aderenţei bune.

Lucrarea cuprinde patru capitole: prepararea aliajelor de contacte, placarea contactelor prin laminare la cald, placarea electrochimică a contactelor şi placarea contactelor prin sudură în linie.

* Ing. *C. Fugaru* este cercetător metalurgist la ICET; ing. *I. Barbu* este cercetător electrotehnician la ICET.

1. Prepararea aliajelor pentru contactele electrice

Aliajele uzuale în fabricaţia contactelor electrice sînt cele care au ca metal de bază argintul. În scopul îmbunătăţirii calităţii argintului ca material de contact se utilizează Cd, Cu şi Zn, în aliaje ale argintului. Elementul de aliere ridică punctul de recristalizare al argintului pur, care se află sub 100°C şi în acest fel menţine duritatea metalului în condiţiile de încălzire normală a contactului.

Pentru studiul uzurii contactelor electrice s-au preparat aliaje de AgCd 4%, AgCd 8%, AgCd 12%, AgCd 16%, AgZn 3%, AgZn 5%, Ag Cu 3%, AgCu 5%.

1.1. Pregătirea materialelor de încărcare. Lingourile de argint electrolitic de puritatea 99,99 au fost debitate în bucăţi de 10 — 20 mm după ce au fost curăţate bine la suprafaţă.

Pentru a putea reproduce şarjele de aliaje s-a ţinut seamă de caracteristicile materialelor din punct de vedere al proprietăţilor fizico-chimice.

În afară de aceasta s-a ţinut seamă de metoda de elaborare şi de agregatul folosit la elaborare.

Pentru calculul încărcăturii s-au cunoscut următoarele date:

1) compoziţia chimică;

2) pierderile de metal în timpul elaborării (pierderile prin ardere).

Cantitatea necesară de materiale de încărcare s-a calculat pentru fiecare din aliajele elaborate.

Pierderile prin ardere se compun din pierderi prin evaporare, oxidare şi pierderile în căptuşeala creuzetului. Din pierderile prin ardere s-au luat în considerare numai acelea care prezintă importanţă şi anume: Cd, Zn etc. [2].

Mărimea pierderilor prin ardere s-a apreciat după diferenţa de greutate între materialele încărcate şi aliajul obţinut în stare solidă.

Aliajele preparate sînt cuprinse în anumite domenii ale soluţiilor solide prezentate în diagramele binare din lucrarea anterioară [3].

Calculul încărcăturii din metal primar şi prealiaj s-a efectuat în felul următor:

— Aliajul Ag—Cd 8%

Materialele de încărcare

Argint pur	99,99%
Prealiaj Ag—Cd	16 %
Pierderi prin ardere	5%.

S-a mărit cantitatea materialelor de încărcare corespunzător cu pierderile de ardere

$$G_{prealiaj} = \frac{8 \times 100}{16} = 50 \text{ kg}$$

$$G_{Ag} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{Pierderi} = p = \frac{5 \times 50}{100} = 2{,}5 \text{ kg}$$

$$G_{prealiaj\ necesar} = 50 + 2{,}5 = 52{,}5 \text{ kg}.$$

Pentru o evidență a aliajelor elaborate s-a întocmit o fișă de încărcare.

Fișa de încărcare

Date	Materialul de încărcare	Cantitatea
Aliaj AgCd 8%	Argint primar	50
Nr. șarjei 1	Prealiaj	52,5
Nr. cuptorului 3		
Greutatea șarjei 100 kg		
	Total...	102,5

1.2. Elaborarea prealiajului de AgCd *16%.* S-au introdus porții separate de argint în creuzet și s-au topit la temperatura de 1 000°C după care a urmat alierea cu Cd metalic împachetat în carton și apăsat cu un lemn verde. În tot timpul topirii argintul a fost acoperit cu un strat de cărbune de lemn verde. Turnarea s-a executat în lingotiere dreptunghiulare.

1.3. Încălzirea și topirea materialelor de încărcare. Materialele încărcate au fost încălzite și topite într-un cuptor cu bare de silit.

Pentru înlăturarea diferenței de temperatură a diferitelor straturi, metalul topit a fost amestecat periodic cu o sculă specială și prin bascularea cuptorului.

În cazul elaborării aliajului AgCd, AgZn nu este indicată supraîncălzirea aliajului [2]. Din cauza supraîncălzirii se intensifică dizolvarea gazului în metalul lichid și oxidarea. Toate aceste dezavantaje pot fi înlăturate, dacă temperatura metalului este cît mai uniformă în tot volumul băii în cursul topirii.

1.4. Turnarea aliajelor. Turnarea aliajelor s-a executat în lingotiere cilindrice și paralelipipedice, forme care au fost accesibile procesului de laminare în benzi. Lingourile aliajelor de Ag—Zn, Ag—Cd au avut un aspect omogen fără porozități. Din cauza gazelor dizolvate în aliajul AgCu lingourile au prezentat porozități.

1.5. Laminarea lingourilor din aliaje de Ag. Aliajele de Ag Cd, Ag Cu, Ag Zn au fost laminate la un laminor de benzi.

Reducerile aplicate în procesul de laminare au fost de 10%.

După 5 — 6 treceri s-a executat o încălzire pentru a se evita formarea pliurilor din cauza gradului ridicat de ecruisare. Benzile laminate din aliajele AgCd, AgZn au avut un aspect corespunzător spre deosebire de cele din aliajul Ag Cu care din cauza porozității de turnare prezentau o scorojire a suprafeței.

1.6. Analiza Structurală. Probele au fost polizate apoi lustruite la un disc cu abrazivi (Al_2O_3 + apă), ultima lustruire s-a executat la un disc cu fetru.

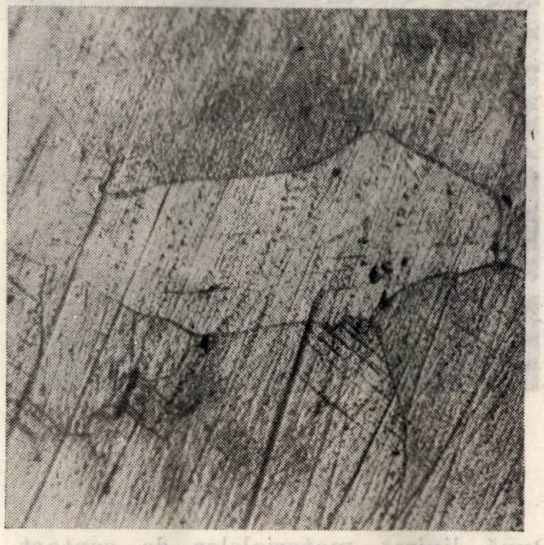


Fig. 1. Aliaj AgCd 8% turnat : atacul folosit H_2SO_4 10% și cristale de acid cromic. Se văd poliedrii de soluție solidă x 300.

Fig. 2. Aliaj AgCd 16% turnat : atacul folosit H_2SO_4 10% și cristale de acid cromic x 300.

După lustruire probele au fost atacate cu o soluție de H_2SO_4 10% și cîteva cristale de acid cromic.

Microstructurile aliajelor elaborate sînt arătate în fig. 1—4.

1.7, Confecționarea contactelor din aliaje. Benzile aliajelor de AgCd, AgZn, AgCu au fost debitate în plăcuțe de 14 × 14 × 2,5 mm care au fost fixate pe suporții contactelor prin lipire cu un aliaj tare de lipit Psr—25 (Cu 40, Ag 24, Zn 36) P_t = 765°C.

Fig. 3. Aliaj Ag-Cd 8% laminat la rece, atacul folosit: H_2SO_4 și acid cromic x 120.

După lipirea materialelor de contact pe suporți s-a executat o laminare de durificare a materialului de contact. Contactele au fost confecționate pentru contactoarele de 60 și 100A.

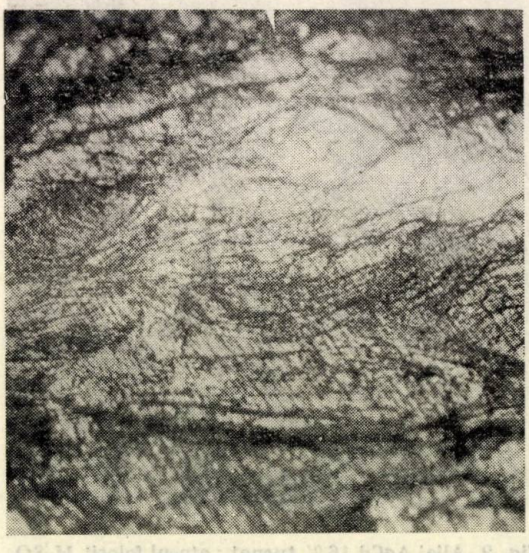


Fig. 4. Aliaj AgCd 16% laminat la rece, atac: H_2SO_4 10 % și acid cromic x 120.

După lipirea pieselor de contact s-a executat ajustarea și apoi acoperirea electrochimică cu argint.

2. Placarea prin laminare la cald

2.1. Pregătirea materialului. Materialul de suport a fost ales sub formă de bandă de diferite dimensiuni (tabela 1). Benzile de cupru au fost curățate mecanic la perii și apoi decapate în băile de decapare. După decapare au fost fixate benzile de argint pe suportul de cupru la distanțele necesare, confecționării profilului de contact.

Fixarea benzilor de argint pe cupru s-a executat în două moduri:

a) Fixarea la suprafață prin nituri.
b) Fixarea în canal.

În cazul fixării la suprafață a benzii de Ag pe Cu s-au avut în vedere alungirile diferite ale Ag față de Cu și în acest scop la un capăt (partea care intră între cilindri) s-a fixat în două nituri iar partea terminală în scoabe (fig. 5).

În cazul fixării în canal s-au practicat canale late cît banda de Ag necesară și adînci cu

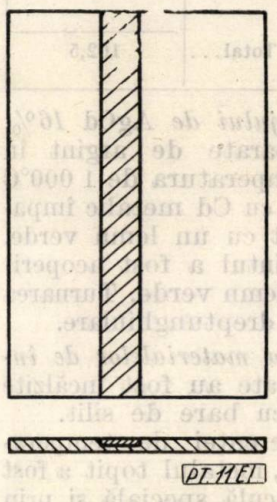


Fig. 5. Fixarea benzilor de argint în nituri și scoabe de tip V.

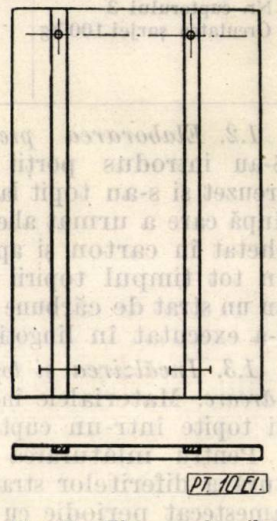


Fig. 6. Fixarea benzilor de argint în canal.

0,3 — 0,5 mm mai mult decît grosimea benzii de argint (fig. 6).

2.2. Încălzirea materialului de placat. Una din marile dificultăți în experiențele de placare a fost încălzirea materialelor de placat din cauza oxidabilității cuprului. Din lipsa de date în literatura referitoare al procedeul placării Ag pe Cu au fost necesare încercări de placare la diferite temperaturi. Materialele încălzite la temperatura de 300—400°C nu au dat rezultate bune la placare în condițiile de reducere de 50%, de asemenea și materialele încălzite la temperatura de 700—800°C. Acestea din urmă din cauza stratului de oxid format între cupru și argint care a intervenit ca un plan separator, împiedicînd sudarea. În domeniul temperaturilor de încălzire de 600—700°C și reduceri de

50% au fost obținute cele mai bune rezultate de aderență a Ag pe Cu.

Pentru a se evita formarea straturilor de oxid au fost efectuate o serie de încercări de protejare a cuprului.

Protejarea cuprului a fost făcută prin două metode: chimică și mecanică. În fig. 7 este

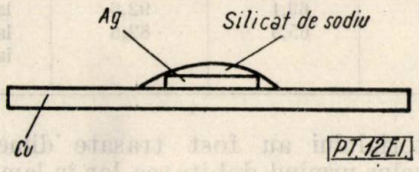


Fig. 7. Protejarea la oxidare a suportului de cupru chimic.

arătată protecția chimică, iar în fig. 8 și 9, protecția mecanică.

Protejarea cu silicat de sodiu are un efect pozitiv, dar un dezavantaj că pătrunde în material în timpul laminării și materialul placat

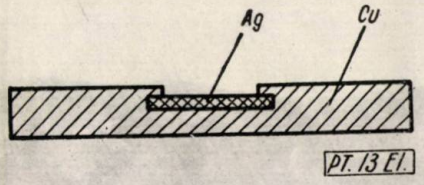


Fig. 8. Protejarea mecanică a suprafeței de contact Ag-Cu prin canal de fixare a benzii de argint.

prezintă o suprafață impură (cu asperități). Protejarea mecanică prin practicarea de canale și o trecere prin laminor la rece pentru ștemuire, operație ce se execută pentru a evita procesul de oxidare la suprafața de contact argint-cupru. În această situație placarea se efectuează aproximativ bine (mai puțin reușită este aderența la fețele laterale ale argintului cu marginile canalului tăiat în cupru. Aceasta din cauza presiunii de laminare mai mică în secțiunea transversală. Această soluție devine economică în cazul unor lingouri mari sau în cazul benzilor ce au canalul profilat prin laminare și nu prin frezare.

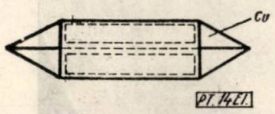


Fig. 9. Protejarea cuprului prin împachetare cu tablă de Cu de 0,15—0,2 mm.

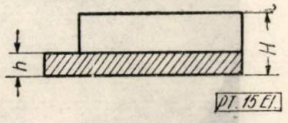


Fig. 10. Deformarea prin laminare.

Protejarea cea mai accesibilă a fost prin împachetarea materialelor în tablă de cupru de 0,1 — 0,15 mm care a dat rezultate bune, placarea cu Ag pe Cu fiind bună.

2.3. Placarea. Materialele încălzite la temperatură de 600—700°C într-un cuptor cu gaze au fost introduse între cilindrii de laminare al unui laminor Duo Ø 600 degrosisor de laminat neferoase. Cilindrii au fost reglați pentru a se executa placarea cu reduceri de 50—60%.

Temperatura materialului a fost luată cu un termocuplu de contact. Încercările de placare au fost efectuate pe materiale încălzite și peste 700°C rezultatele fiind negative. De asemenea încercările de placare la presiuni mai mici (reduceri sub 40%) nu au dat rezultate bune de aderență, banda de argint se exfolia cu ușurință.

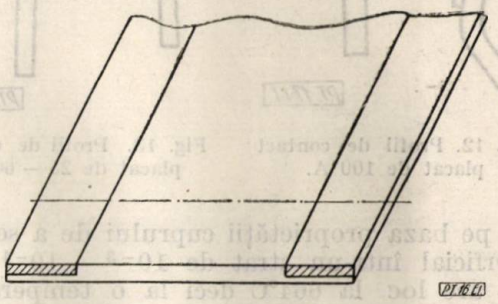


Fig. 11. Ag placat pe Cu.

Tabela 1

Nr. crt.	Materialul	Forma	Dimensiuni inițiale	Dimensiuni finale	Reduceri (presiuni) %
1	Cupru		45×30 ×300	50×11,6×450	60
1a	Argint		10× 1,7×300	12× 0,8×450	60
2	Cupru		45×30 ×300	50×11,6×450	60
2a	Argint		10× 1,7×300	12× 0,8×450	60
3	Cupru		45×30 ×300	50×11,6×450	60
3a	Argint		10× 1,7×300	12× 0,8×450	60
4	Argint		12× 4 ×400	13× 2 ×750	50
4a	Cupru		80×10 ×400	84× 5 ×750	50
5	Argint		12× 4 ×400	13× 2 ×750	50
5a	Cupru		80×10 ×400	85× 5 ×750	50

Reducerile au fost calculate după formula:

$$p = \frac{H - h}{H} 100 \qquad [\%].$$

În încercările de placare au fost efectuate și două probe de placare a aliajului de Ag—Cd 16% care au fost reușite din punctul de vedere al aderenței aliajului de Ag—Cd pe cupru. Materialul placat în condițiile arătate are o duritate Brinell scăzută între 30 —40 kg/mm². Pentru o îmbunătățire a durității materialului de contact cît și a suportului de cupru, s-au efectuat treceri de polizare la un laminor de benzi la rece aplicîndu-se reduceri de 10%. După ce s-au obținut durități între 80—89 kg/mm² s-a oprit laminarea de polizare. Înainte de a se executa trecerile de durificare prin laminarea la rece se execută o decapare în băile cu $H_2SO_4 + NHO_3$.

O interpretare a procesului de placare a argintului pe cupru poate fi dată în felul următor: datorită proprietăților fizice foarte apropiate ale cuprului cu argintul ca plasticitate, punct de topire, conductibilitate termică etc. și mai

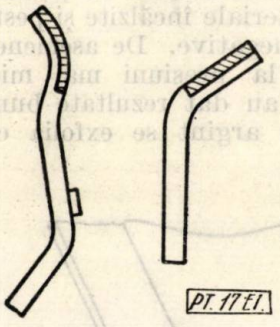


Fig. 12. Profil de contact placat de 100 A.

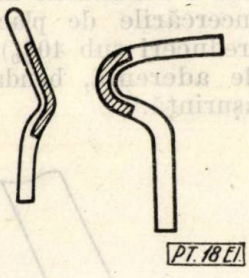


Fig. 13. Profil de contact placat de 25 — 60 A.

ales pe baza proprietății cuprului de a se topi superficial într-un strat de $10^{-3} - 10^{-4}$ mm care are loc la 664°C deci la o temperatură mult mai scăzută decît temperatura reală de topire [4], astfel că la această topire superficială în condițiile de laminare (reduceri 50%) să aibă loc sudarea aderentă a argintului pe cupru. Practica procedeului de placare a argintului a confirmat că domeniul de temperaturi cel mai bun de aderență este cuprins între 600—700°C. Probele de placare la 300°, 400° și 800—900°C nu au dat rezultate bune la

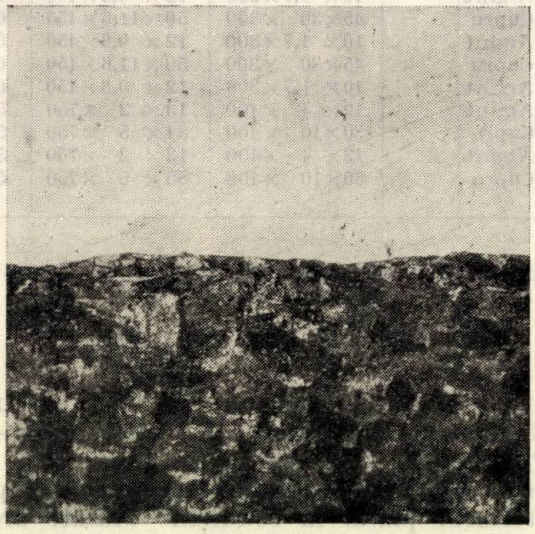


Fig. 14. Argint placat pe cupru. O placare reușită, argintul urmărește riguros linia de deformare a poliedrilor de cupru. Atacul folosit H_2SO_4 10% și acid cromic × 300.

placare avînd loc exfolierea benzilor de argint de pe cupru.

2.4. Confecționarea contactelor electrice placate. Materialul placat a fost supus unor încercări de aderență, duritate, prin probe de îndoire la 90°. Materialele au fost controlate și prin analiza structurală. După controlul de calitate

Tabela 2

Grosimea	HB Ag kg/mm²	HB Cu kg/mm²	Laminarea
3	81,9	96,3	la rece
3,5	69,1	92,6	la rece
4	65,9	82,6	la rece
5			la cald

al materialului au fost trasate dimensiunile contactelor urmînd debitarea lor în lamele.

Fig. 15. Argint placat pe cupru, placare reușită × 300.

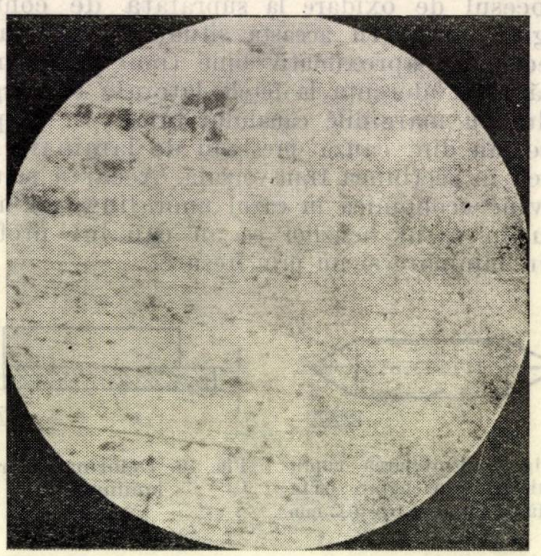


Fig. 16. Argint placat pe cupru × 120.

Lamelele au fost supuse matrițării complexe de găurire și formare luînd formele arătate în fig. 12, 13, 20.

Profilele contactelor din fig. 12 sînt pentru contactoarele de 100 A, iar cele din fig. 13 pentru contactoarele de 60 A.

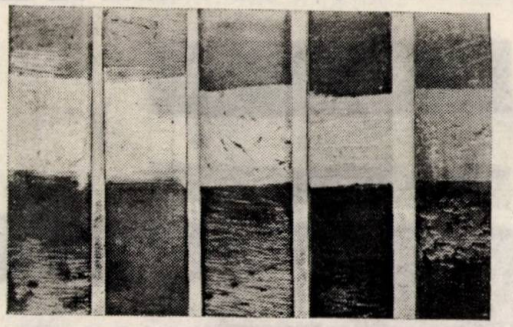


Fig. 17. Aspectul materialului Ag placat pe cupru protejat cu silicat de sodiu, are o suprafață ruguoasă necorespunzătoare.

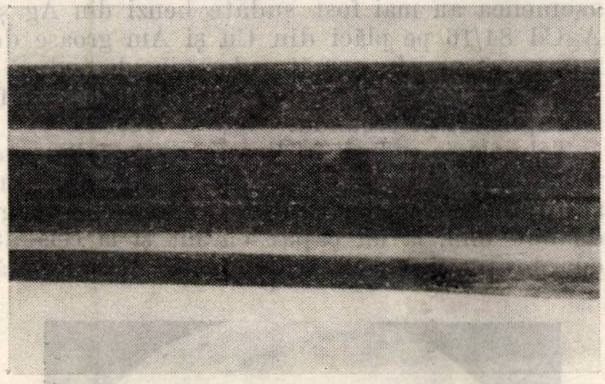


Fig. 18. Materialul : Ag placat pe cupru.

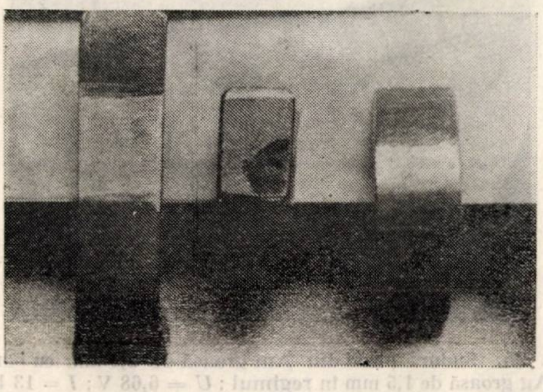


Fig. 19. Contacte de 60 A confecționate din Ag placat pe cupru.

În fig. 14, 15, 16 este arătată analiza structurală a contactelor placate.

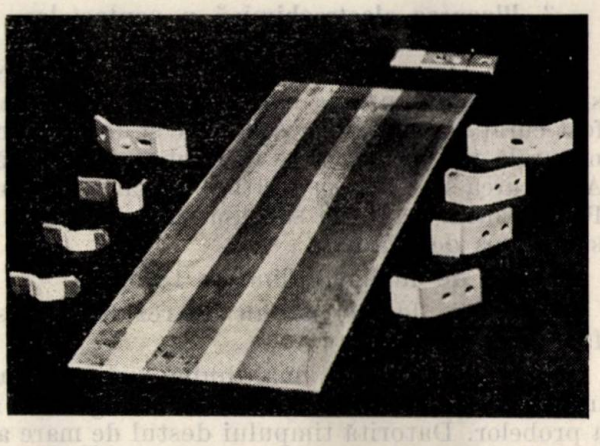


Fig. 20. Materialul : Ag placat pe cupru și contacte debitate pentru contactoarele de 60 și 100 A.

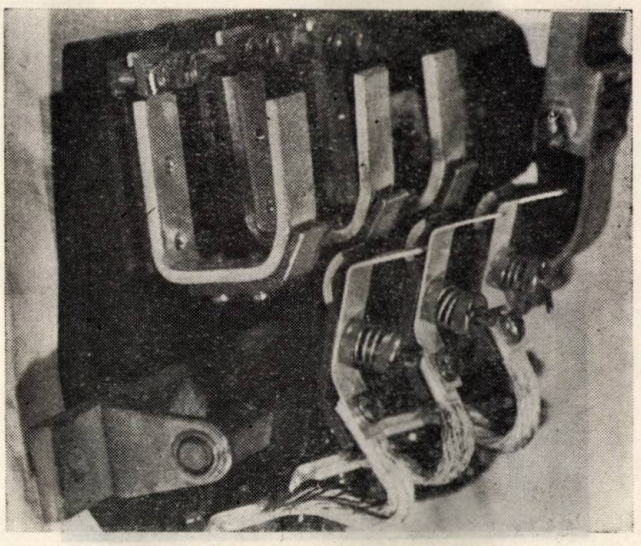


Fig. 21. Contactor de 100 A echipat cu contacte de Ag pe Cu placate.

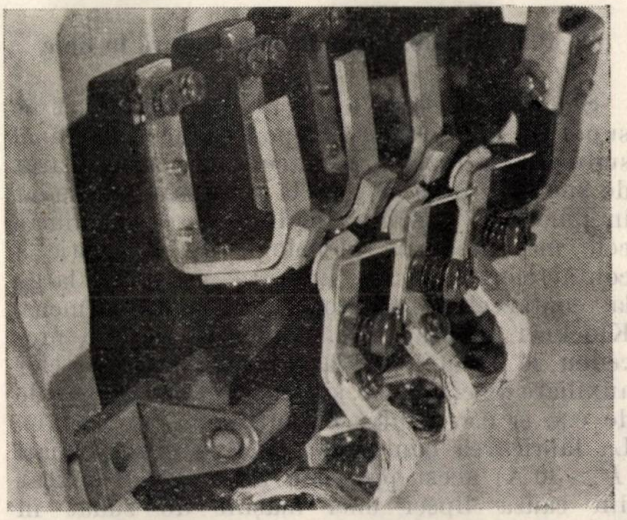


Fig. 22. Contactor de 100 A echipat cu contacte din argint lipite cu cositor.

3. Placarea electrochimică a contactelor

Pentru încercările de placare electrochimică s-au debitat benzi de cupru şi alamă care au fost curăţate mecanic, decapate şi depus ceara naturală pe porţiunea ce nu trebuia argintată. Argintarea s-a făcut pe o lăţime de circa 10 mm. Pe suprotul de cupru sau alamă s-a depus un strat gros de 1 mm.

Timpul de depunere fiind de 18 ore.

Încercările de aderenţă au dat rezultate satisfăcătoare.

Pentru o aderenţă mai bună s-a executat înainte de introducere în baie o amalgamare a a probelor. Datorită timpului destul de mare al depunerii procedeul nu este economic. În fig. 23 este arătată o analiză structurală a procedeului de placare electrochimică.

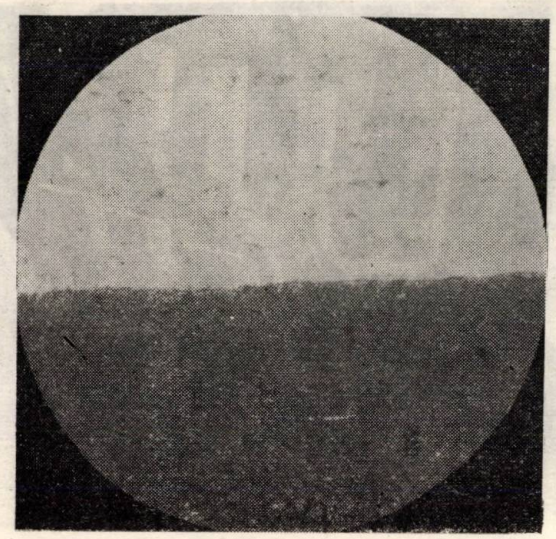


Fig. 23. Materialul: Argint placat pe cupru electrochimic. Se observă un plan net (drept) fără deformaţie a liniei de aderenţă între Ag şi Cu în cazul placării electrochimice × 120.

4. Placarea contactelor prin sudură în linie

Sudarea electrică a plăcuţelor de contact pe suportul contactelor se poate face, în cazul sudurii prin rezistenţă de contact, la un aparat de sudat în linie (*1*) sau la un aparat de sudat în puncte [*7*]. Sudura în linie este una dintre cele mai moderne tehnologii de fabricaţie a contactelor electrice, aplicată pe scară largă la contactele contactoarelor AEG, Siemens, Klöckner Mouller etc. Aplicarea acestui procedeu se recomandă la fabricarea contactelor auxiliare de c.a. şi c.c. şi a contactelor principale de c.a. şi c.c. pentru curenţi mici ($I < 30$ A). La fabricarea contactelor pentru curenţi mari ($I > 30$ A) acest procedeu nu poate fi aplicat din cauza lipsei unei maşini de sudat în linie a cărei putere ar trebui să fie de circa 1000 kVA.

Experienţele efectuate au arătat că la o maşină de tipul MSP – 200 –6 (sovietică) (S=200 kVA, $D_A = 50\%$, $F = 1\,000$ kgf, v= = 1 m/min) cea mai mare grosime ce poate fi sudată este de 3+3 mm material din Am. De

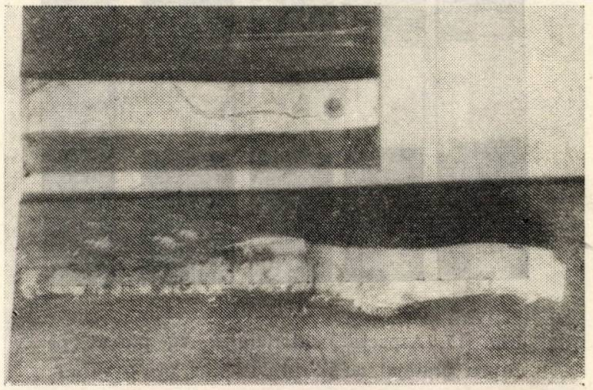


Fig. 24. Ag placat prin sudură în linie şi verificarea probei la aderenţă.

asemenea au mai fost sudate benzi din Ag şi AgCd 84/16 pe plăci din Cu şi Am groase de 1,5 – 2,5 mm în următorul regim de sudură: $U = 5-8{,}6$ V; $D_A = 0{,}2\%$; $F = 1\,000$ kgf, 9 impulsuri pe secundă.

Tehnologia sudurii în linie a contactelor este următoarea: se fixează benzile din Ag sau aliaj de Ag pe plăcile din Am sau Cu, lungi de 500 mm, la un capăt cu nit şi la celălalt cu „brăţară", astfel ca banda de Ag să poată

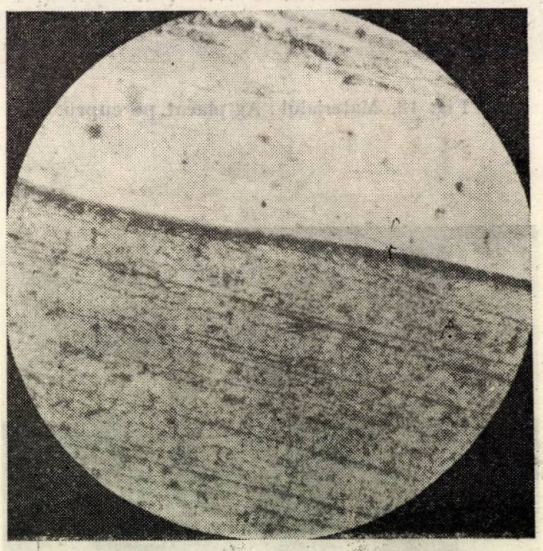


Fig. 25. Sudura plăcii din Am groasă de 2,5 mm cu bandă de Ag groasă de 1,5 mm în regimul: $U = 6{,}68$ V; $I = 13$ kA; 8 impulsuri/s; $F = 1\,000$ kgf; $D_A = 20\%$. Atacul folosit: H_2SO_4 + acid cromic × 120.

aluneca liberă pe Cu sau Am. Materialul astfel pregătit se sudează la maşina de sudat în linie după care se lamineză pentru durificare. La-

minarea ulterioară nu este absolut necesară întrucît la sudura în linie cu mașini de sudat care sînt echipate cu întreruptoare cu ignitroane, curentul este obținut sub formă de

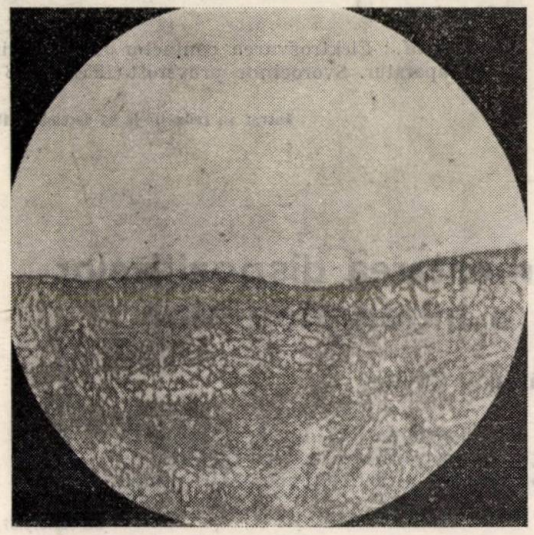


Fig. 26. Sudura plăcii din Am groasă de 2,5 mm, cu bandă din aliaj de AgCd 84/16 groasă 1,6 mm în regimul : $U = 6{,}68$ V ; $I = 13$ kA ; 9 impulsuri/s ; $F = 1\,000$ kgf ; $D_A = 20\,\%$. Atacul folosit : H_2SO_4 + acid cromic × 120.

impulsuri de scurtă durată, încălzirea materialului este intermitentă și punctiformă.

Viteza de avans a materialului de sudat, forța de apăsare, durata relativă de acționare,

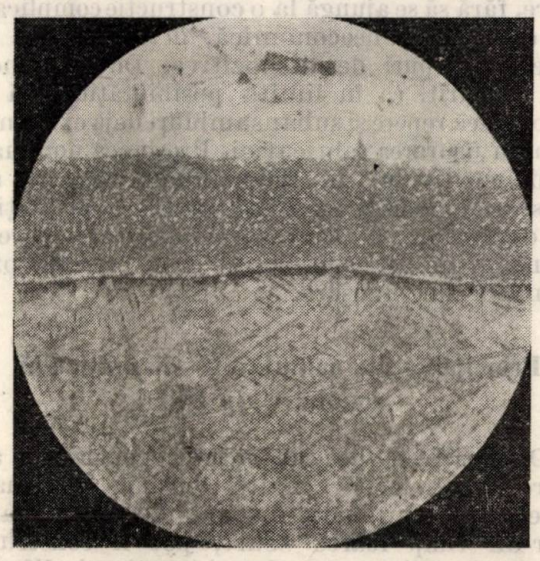


Fig. 27. Sudura plăcii din Am groasă de 2,5 mm cu bandă de aliaj AgCd 84/16 groasă de 1,6 mm, în regimul : $U = 6{,}68$ V ; $I = 13$ kA ; 9 impulsuri/s ; $F = 1\,000$ kgf ; $D_A = 20\,\%$. Atacul folosit : H_2SO_4 + acid cromic × 120.

numărul de impulsuri pe secundă și tensiunea se determină prin încercări, și sînt în funcție de grosimea și felul materialului de sudat.

Verificarea calității sudurii s-a făcut pe două căi : mecanică și analiză structurală. Primul procedeu a constat în încercarea de desprindere a materialului sudat cu mijloace mecanice.

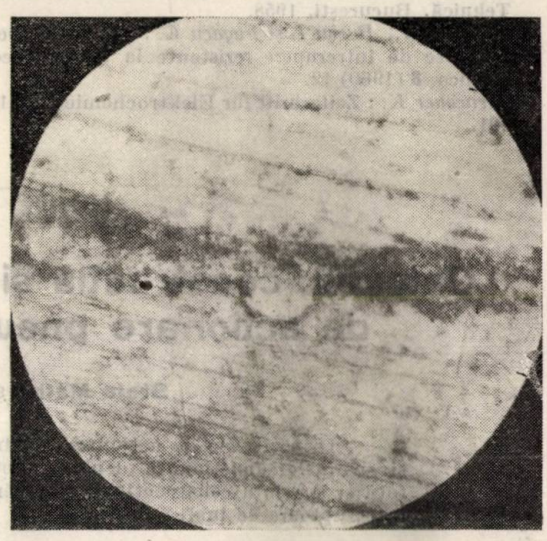


Fig. 28. Sudura plăcii din alamă groasă de 2,5mm cu bandă de Ag groasă de 1,5 mm în regimul $U = 8{,}64$ V ; $I = 13$ kA ; 9 impulsuri/s, $F = 1\,000$ kgf ; $D_A = 20\,\%$. Atacul folosit : H_2SO_4 + cristale de acid cromic × 120.

Astfel s-a încercat desprinderea cu dalta, a Ag lipit pe alamă, lucru care nu a reușit (fig. 24). Al doilea procedeu de verificare a sudurii a constat în analiza structurală a cîtorva probe sudate, analiză arătată în fig. 25—28.

În urma acestor verificări a reieșit că sudura în linie este de calitate, formîndu-se la suprafața de separație a materialelor de sudat chiar un aliaj din materialele respective.

Concluzii

Din încercările efectuate la uzura electrică a contactelor placate rezultă că acestea se comportă bine și pot fi folosite pe scară largă întrucît asigură o productivitate foarte ridicată, mărind totodată și calitatea contactului, prin aceea că se obține un contact cu o duritate ridicată.

Contactele placate prin sudura în linie se aplică la construcția contactelor auxiliare și a contactelor principale ale aparatelor de comutație de curenți nominali sub 25 A. Contactele placate prin laminare la cald se aplică în construcția contactelor principale și auxiliare ale contactoarelor și întreruptoarelor automate de c.a. și c.c.

Dispozitivele cu ajutorul cărora au fost încercate contactele la uzură precum și rezultatele uzurii vor fi publicate într-un număr viitor.

Bibliografie

[1] *Keil A.*: Werkstoffgerechte Gestaltung von Kontaktstücken. ETZ.-B **10** (1958) 4, 121–124.
[2] *Miliţin K. N., Lovcicov V. S., Suvorov A. M.*: Topirea şi turnarea metalelor şi aliajelor neferoase. Editura Tehnică. Bucureşti, 1958.
[3] *Avramescu A., Barbu I.* şi *Fugaru C.*: Materiale pentru contacte de întrerupere rezistente la uzură. Electrotehnica **8** (1960) 12.
[4] *Lichtenecher K.*: Zeitschrift für Elektrochemie. **48** (1942) 601.
[5] *Zaimovski A. S., Usov V. V.*,: Metode şi aliaje electrotehnice. Editura Energetică de Stat Bucureşti, 1954.
[6] *Keil, A. Mayer C. L.*: Silber als Werkstoff in der Elektrotechnik Schweiz. Arch. angew. Wiss. **21** (1955), 264–270.
[7] *Necrasov M.*: Elektrosvarea contactor pulko reguliruinseci aparatur. Svorocinoe provsrost (1954) 4, 18–22.

Intrat în redacţie la 14 decembrie 1960.

Calculul, construcţia şi experimentarea dispozitivelor de acţionare pneumatică a întreruptoarelor

Stela Máthé şi Balázs Máthé* – Craiova

Dispozitivele de acţionare a întrerupătoarelor au importanţa lor, deoarece de buna şi sigura lor funcţionare depinde protecţia instalaţiilor electroenergetice. In lucrarea de faţă se prezintă construcţia şi încercările unui dispozitiv de acţionare pneumatic pentru întreruptoare de înaltă tensiune.

CZ 621.316.57.0.7.1

Pînă în ultima vreme, dispozitivele de acţionare pneumatică s-au aplicat mai ales la întreruptoarele cu aer comprimat. La întreruptoarele cu ulei mult sau cu ulei puţin, de tensiuni relativ mici (pînă la 35 kV inclusiv), astfel de dipozitive s-au întrebuinţat foarte rar sau de loc, cu toate avantajele tehnico-economice pe care le prezintă. Din punct de vedere tehnic, avantajul acestor dispozitive constă în simplitatea construcţiei lor, în rapiditatea lor de funcţionare, în capacitatea lor de lucru practic nelimitată. În exploatare, aceste avantaje se completează cu altele, ca de exemplu : cheltuieli reduse de întreţinere, longevitate etc.

Din punct de vedere economic, acest dispozitiv prezintă o serie de avantaje, faţă de celelalte tipuri de acţionare şi, în special, faţă de tipul solenoidal, constînd în cheltuieli reduse de investiţii [1], costul compresorului, al rezervoarelor şi al conductelor din substaţie fiind întotdeauna mai mic decît costul bateriei de acumulatoare şi al reţelei de cabluri. Avînd rezervoare de dimensiuni potrivite, parametrii compresorului pot fi substanţial reduşi, iar în caz extrem, pentru acţionare, se pot utiliza şi butelii de azot sau bioxid de carbon sau se poate crea presiunea de lucru (4,5 ata) şi printr-o pompă manuală în rezervor, consumul de aer comprimat al acestor dispozitive fiind foarte mic.

Din cele de mai sus, rezultă că problema elaborării construcţiei unui asemenea gen de acţionare pentru întreruptoare a apărut, ca o consecinţă logică a tendinţei actuale a economiei naţionale, de înzestrare a sistemelor energetice cu aparatură modernă, de funcţionare sigură, ieftină şi adaptabilă la diferite condiţii de exploatare existente.

La elaborarea construcţiei dispozitivului de acţionare pneumatică tip DPI, s-a urmărit obţinerea unor performanţe superioare, în ceea ce priveşte capacitatea de lucru, timpii de acţionare, fără să se ajungă la o construcţie complicată în execuţie şi neeconomică, în comparaţie cu celelalte tipuri de dispozitive. De asemenea, s-a urmărit, ca în limita posibilităţilor, să se folosească repere şi subansambluri deja existente, pentru uşurarea fabricaţiei. Presiunea nominală a dispozitivului, în mod intenţionat, nu s-a ales mare, pentru ca să nu complice instalaţiile de exploatare, în privinţa compresoarelor, recipienţilor de aer comprimat şi în privinţa problemelor de etanşare.

1. Principiile de calcul ale dispozitivului de acţionare tip DPI

Dispozitivele de acţionare pneumatică ale întreruptoarelor de înaltă tensiune, destinate să efectueze un lucru mecanic destul de mare, într-un timp foarte scurt, pot fi construite după principii constructive şi funcţionale diferite în funcţie de sistemul de supape utilizat pentru comanda la distanţă a întreruptorului, prin intermediul aerului comprimat şi se împart în trei categorii :

a) Dispozitive cu supape diferenţiale (fig. 1).

b) Dispozitive cu supape de acţiune directă (fig. 2 şi 3).

* Ing. *S. Máthé*, este inginer proiectant la uzinele Electroputere – Craiova.
Ing. *B. Máthé* este şeful serviciului Laborator central la uzinele Electroputere – Craiova.

c) Dispozitive bazate pe utilizarea supapelor cu trei căi (fig. 4).

Siguranța de funcționare a ansamblului întreruptor-dispozitiv de acționare depinde foarte mult de funcționarea supapelor. În afară de aceasta, timpul propriu de funcționare a întreruptorului depinde în mare măsură de timpul de acționare a acestora.

Calculul acestor tipuri de dispozitive de acționare este mult ușurat prin apariția lucrării valoroase a lui E. M. Teirov [2] care tratează detaliat, cu aplicații practice la întreruptoare pneumatice, principiile generale ale dinamicii

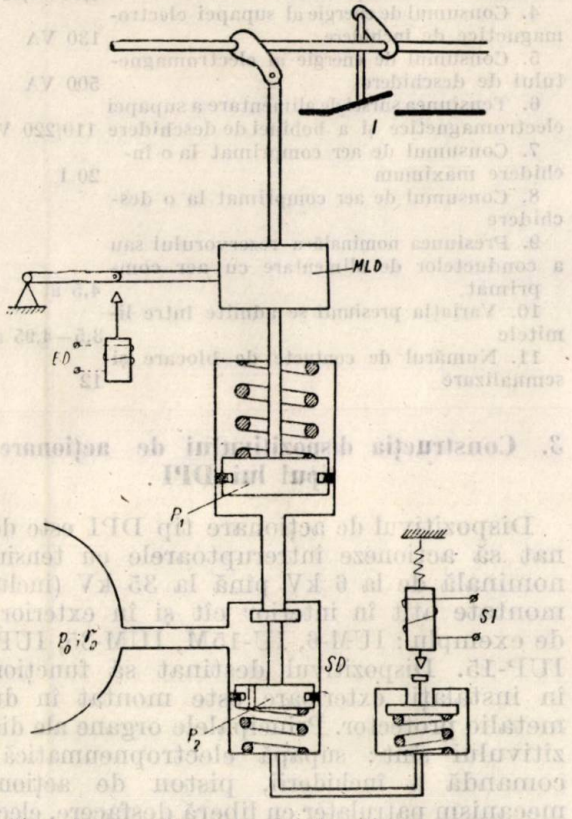


Fig.1. Schema dispozitivului de acționare cu supape diferențiale:
ED — electromagnet de declanșare; *SI* — supapă de închidere; P_1 — piston de acționare; *I* — întreruptor.

gazelor. Cu ajutorul relațiilor din [2] se poate executa un calcul de variante pentru diferite tipuri de supape. Folosind metoda de calcul din [2] pentru supape și completînd cu cele indicate în [3] se pot calcula diferitele tipuri de dispozitive pneumatice cu ușurință pentru întreruptoarele cu ulei mult și ulei puțin. În cele ce urmează se arată principiile de calcul numai pentru un singur tip, pentru dispozitiv cu supape de acțiune directă, care stă la baza elaborării construcției dispozitivului tip DPI.

Acest tip de dispozitiv este reprezentat schematic în fig. 2. Pentru deschiderea supapei, aerul comprimat prin intermediul unei supape electromagnetice, trece din rezervor în volumul V_2. Cînd presiunea aerului atinge o valoare suficientă, pistonul P_2 pornește și prin tija lui

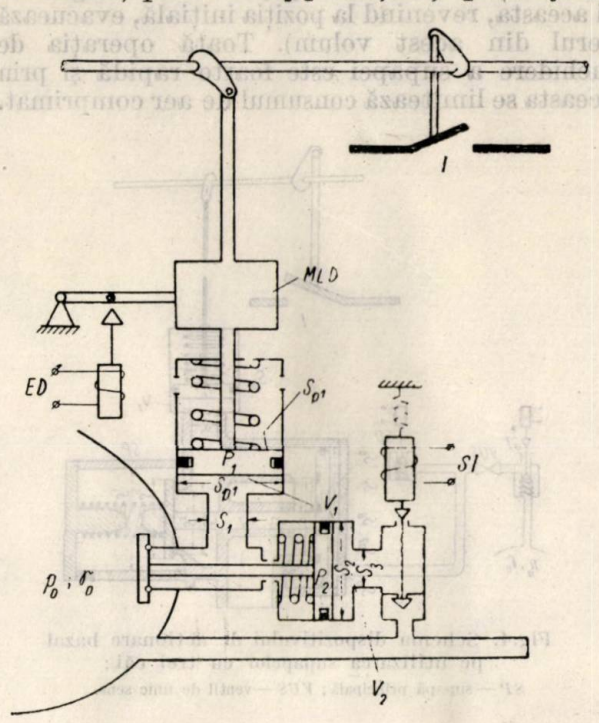


Fig.2. Schema dispozitivului de acționare cu supape de acțiune directă (varianta *A*):
MLD — Mecanism de liberă desfacere.

deschide drumul aerului comprimat, să treacă în volumul V_1, sub pistonul P_1.

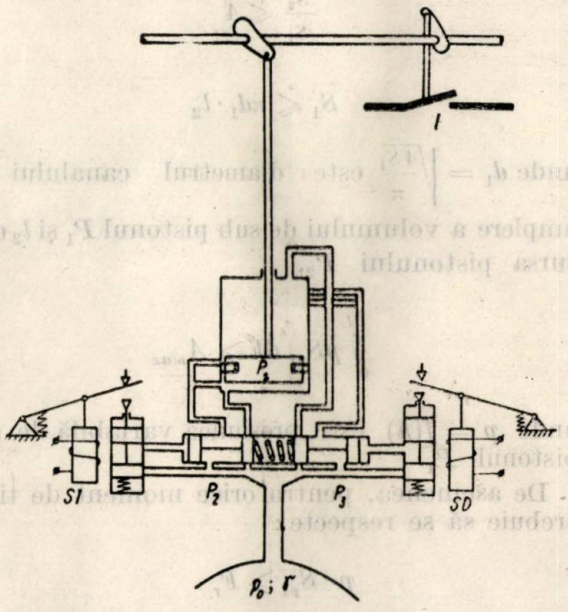


Fig. 3. Schema dispozitivului de acționare cu supape de acțiune directă (varianta *B*):
SD — *SI* — supape electromagnetice de deschidere și de închidere.

Închiderea supapei se face prin evacuarea aerului din volumul V_2. (După ce întreruptorul

se închide, printr-un bloccontact se întrerupe alimentarea bobinei supapei electromagnetice și aceasta, revenind la poziția inițială, evacuează aerul din acest volum). Toată operația de închidere a supapei este foarte rapidă și prin aceasta se limitează consumul de aer comprimat.

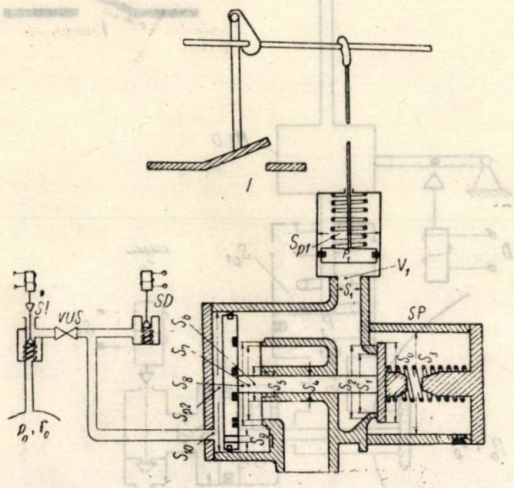


Fig.4. Schema dispozitivului de acționare bazat pe utilizarea supapelor cu trei căi:
SP — supapă principală; *VUS* — ventil de unic sens.

Acest sistem este mult mai rapid în funcționare, ca acel cu supapă diferențială.

Între mărimile de calcul indicate în fig. 2 conform [2] și [3] trebuie să se respecte următoarele relații:

$$\frac{S_2}{S_1} \leqslant 4 \tag{1}$$

$$S_1 \leqslant \pi d_1 \cdot l_2 \tag{2}$$

unde $d_1 = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi}}$ este diametrul canalului de umplere a volumului de sub pistonul P_1 și l_2 este cursa pistonului P_2,

$$\int_0^H p S_{p1}\, \mathrm{d}h \geqslant A_{max} \tag{3}$$

unde $p = f(h)$ este presiunea variabilă de sub pistonul P_1.

De asemenea, pentru orice moment de timp trebuie să se respecte:

$$p \cdot S_{p1} \geqslant F_r \tag{4}$$

Calculul timpilor de funcționare și al variației de presiune se execută pentru mai multe variante și se alege varianta optimă, ținînd cont de regimurile supracritice și subcritice de golire și umplere a volumelor conform celor indicate în [2].

2. Caracteristicile tehnice ale dispozitivului DPI elaborat în uzină

În baza unor cercetări teoretice și experimentale, în uzina „Electroputere" s-a elaborat o nouă construcție a dispozitivului de acționare pneumatică (fig. 5), cu următoarele caracteristici tehnice:

1. Capacitatea de lucru mecanic:	55 kgfm
2. Timpul propriu al dispozitivului la închiderea întreruptorului (din momentul dării comenzii pînă la pornirea pistonului de acționare):	0,05—0,07 s
3. Timpul propriu al dispozitivului la deschiderea întreruptorului:	0,04—0,06 s
4. Consumul de energie al supapei electromagnetice de închidere	130 VA
5. Consumul de energie al electromagnetului de deschidere	500 VA
6. Tensiunea sursei de alimentare a supapei electromagnetice și a bobinei de deschidere	110/220 V
7. Consumul de aer comprimat la o închidere maximum	20 l
8. Consumul de aer comprimat la o deschidere	
9. Presiunea nominală a rezervorului sau a conductelor de alimentare cu aer comprimat	4,5 at
10. Variația presiunii se admite între limitele	3,5—4,95 at
11. Numărul de contacte de blocare și semnalizare	12

3. Construcția dispozitivului de acționare de tipul lui DPI

Dispozitivul de acționare tip DPI este destinat să acționeze întreruptoarele cu tensiunea nominală de la 6 kV pînă la 35 kV (inclusiv) montate atît în interior cît și în exterior, ca de exemplu: IUM-6, IU-15M, IUM-35, IUP-10, IUP-15. Dispozitivul destinat să funcționeze în instalații exterioare este montat în dulap metalic protector. Principalele organe ale dispozitivului sînt: supapă electropneumatică de comandă a închiderii, piston de acționare, mecanism patrulater cu liberă desfacere, electromagnet de deschidere și comutatoare de blocare-semnalizare (fig. 5).

Supapa electropneumatică de comandă a închiderii *SI* și *SP* este de genul supapelor de acțiune directă, foarte rapid în funcționare. Se compune dintr-o supapă electromagnetică și supapă de acțiune directă, montate pe același corp de fontă.

Pistonul de acționare *P* este montat într-un cilindru de fontă, așezat vertical și sub acțiunea aerului comprimat, alunecînd în sus, prin tija lui și prin mecanismul patrulater, închide întreruptorul. Resortul din cilindrul pistonului servește la readucerea mai rapidă a pistonului în poziție inițială, după efectuarea operației de închidere.

Mecanismul patrulater cu liberă desfacere este identic cu cel de la dispozitivul solenoidal DSI, acoperit cu un capac din tablă de

oțel (este posibil ca pe viitor acest capac să se execute din masă plastică transparentă, care va da posibilitatea urmăririi mecanismului în funcționare).

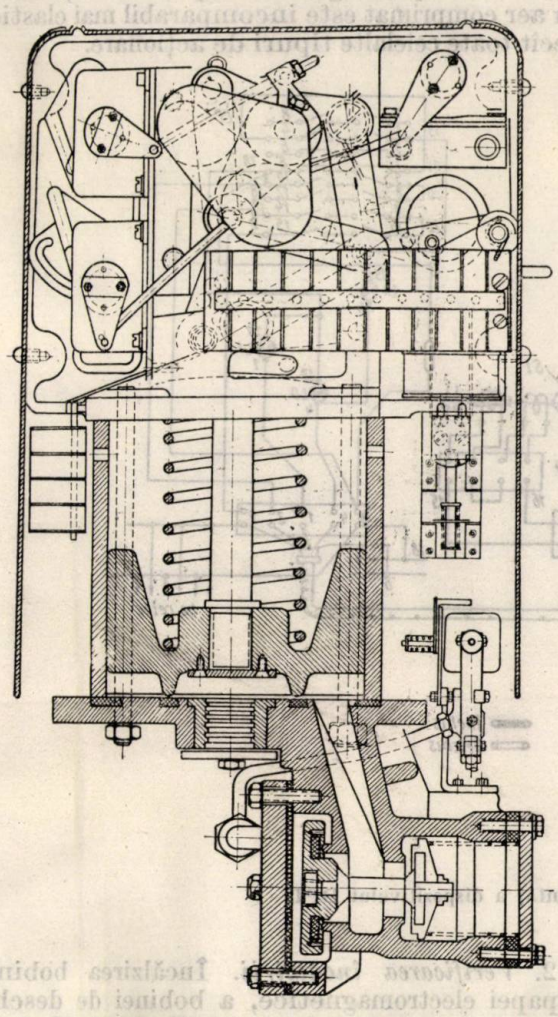


Fig. 5. Construcția dispozitivului de acționare pneumatică de tipul lui DPI.

Comutatoarele de blocare-semnalizare și clemele de șir asigură condiții bune pentru blocări, semnalizări obișnuite folosite în exploatare, avînd bloccontacte și cleme rezervă.

4. Funcționarea dispozitivului DPI

Funcționarea dispozitivului de acționare pneumatică se poate urmări după schema din fig. 6.

1. *Închiderea întreruptorului.* Prin apăsare pe armătura supapei electromagnetice sau prin alimentarea bobinei acesteia, se deschide supapa de acțiune directă și aerul din rezervor intră în corpul de cilindru (volumul V_1) al pistonului de acționare P_1. Pentru o accelerare rapidă la începutul cursei, prin alegerea rațională a suprafețelor pistonului S'_{p1} și S''_{p1}, acesta pornește la presiuni relativ mari și după pornire, crește brusc forța care acționează asupra pistonului, adică, asupra mecanismului de acționare a întreruptorului. Spre deosebire de acesta, la sfîrșitul cursei de închidere se creează condiții ideale de amortizare: prin deplasarea pistonului în sus presiunea în mod practic nu crește mult sub piston, iar contrapresiunea saltelei de aer crește repede cu micșorarea volumului, asigurînd condiții bune de amortizare, la sfîrșit de cursă. Orificiul de evacuare S_E este reglabil și prin aceasta se poate alege regimul de închidere, în funcție de întreruptorul acționat.

După efectuarea operației de închidere, sub acțiunea resoartelor, supapa electromagnetică, supapa de acțiune directă și pistonul de acționare revin la pozițiile inițiale, evacuînd aerul comprimat din volumele V_1 și V_2, în atmosferă.

2. *Deschiderea întreruptorului.* Deschiderea întreruptorului se execută, în mod analog, ca la dispozitive tip DSI, prin electromagnet de deschidere și mecanism de liberă desfacere.

3. *Blocarea salturilor întreruptorului.* La dispozitivul DPI, salturile întreruptorului la închiderea acestuia pe scurtcircuit se evită pe cale mecanică (prin mecanismul clasic de liberă desfacere) și pe cale electrică (prin bloccontact).

Dispozitivul DPI are în construcție blocconțacte legate de armătura electromagnetului de deschidere, prin care se pot elimina „salturile întreruptorului" și pe cale electrică, în afară de cea mecanică, menționată mai sus.

4. *Reanclanșarea automată.* Dispozitivul DPI asigură condiții optime de reanclanșare automată rapidă, în ceea ce privește timpii de acționare. Prin DPI, se poate obține un timp de reanclanșare automată, de ordinul 0,3—0,4 s, performanță prin care acest dispozitiv lichidează parțial dezavantajul întreruptoarelor de ulei mult și ulei puțin, față de întreruptoarele cu aer comprimat, în acest domeniu. A doua reanclanșare se va putea face după o pauză de 2—4 s.

5. Studiul experimental al dispozitivului tip DPI

Dispozitivul de acționare pneumatică a întreruptoarelor de tipul DPI a fost supus la un larg program de încercări, în laboratorul uzinal. Scopul acestor încercări a fost stabilirea performanțelor tehnice, față de celelalte tipuri de acționare.

Rezultatele încercărilor experimentale, efectuate în conformitate cu condițiile impuse în STAS 3686-53, STAS 4195-53 și norme străine, sînt redate mai jos.

1. *Verificarea dispozitivului* DPI *la rezistență mecanică.* Pentru verificarea rezistenței mecanice, dispozitivul DPI a fost cuplat cu întreruptorul IUP 10/1000, avînd un lucru mecanic maxim de închidere din toate tipurile de întreruptoare de 6—35 kV, fabricate de uzină. Dispozitivul a răspuns la toate comenzile date: a închis și deschis sigur întreruptorul,

în limitele de tensiuni și presiuni impuse, a evitat salturile în caz de închidere pe scurtcircuit, a asigurat condiții favorabile de amortizare la sfîrșit de cursă și caracteristici cinematice superioare față de celelalte tipuri indigene, experimentate pînă în prezent. Cele 2 000 de cicluri închis-deschis, executate cu minimum de pauză între ele, dispozitivul le-a executat fără nici un semn de oboseală. Pentru constatarea performanțelor limită ale dispozitivului, manevrele s-au continuat mai departe. La 10 000 manevre, dispozitivul nu a arătat nici un semn de uzură, atît întreruptorul cît și dispozitivul de acționare au fost în perfectă stare de funcționare (un rezultat remarcabil față de trecut, cînd întreruptorul IUP 10/1 000 acționat cu alte tipuri de dispozitive, a suportat greu manevrele repetate; de obicei, la aceste probe s-au rupt bielele de porțelan, s-au dezarmat izolatoarele suport etc.). Explicația acestui fenomen se poate găsi în faptul că acționarea cu aer comprimat este incomparabil mai elastică decît toate celelalte tipuri de acționare.

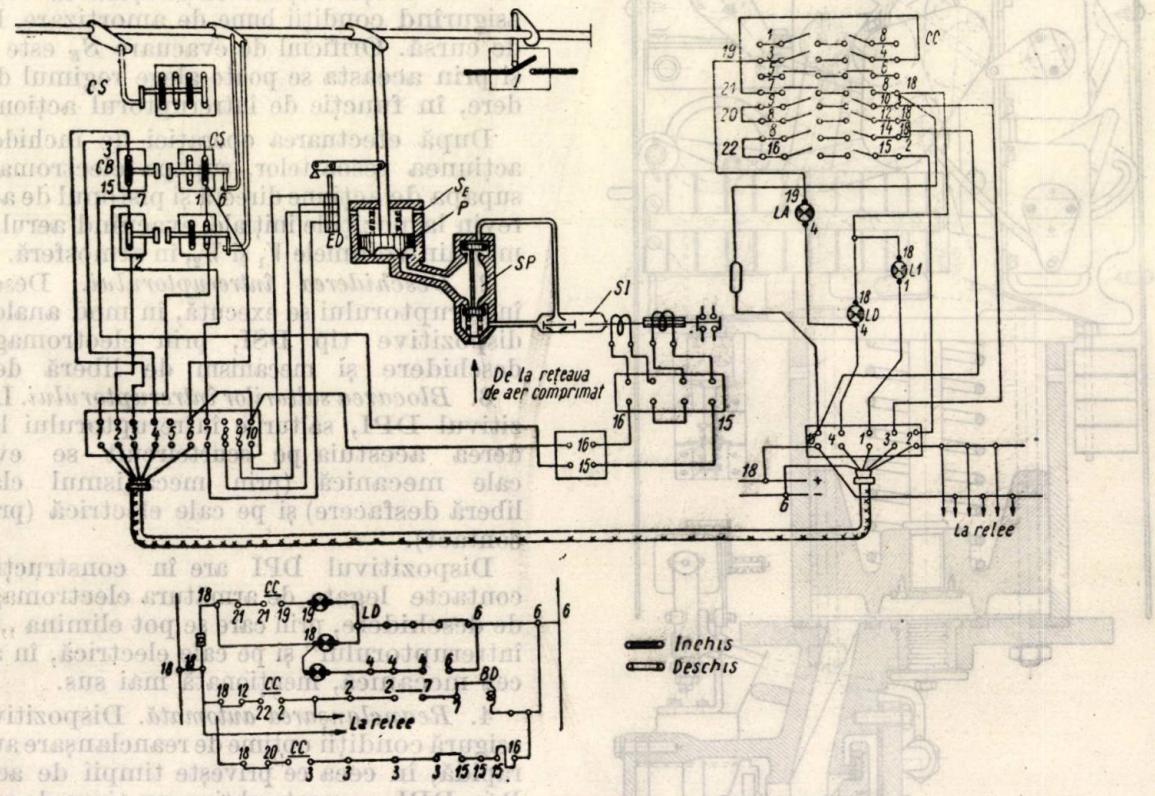


Fig. 6. Schema de principiu și de montaj a dispozitivului DPI.

2. *Verificarea încălzirii.* Încălzirea bobinei supapei electromagnetice, a bobinei de deschidere, a contactelor de semnalizare și blocare, a conexiunilor de legătură s-a verificat, conform STAS 4195-53, în condițiile cele mai defavorabile (la tensiune maximă, pauză minimă între manevre etc.); totuși, din punct de vedere termic, toate aceste elemente încercate, nu numai că au corespuns prevederilor STAS, dar s-a și constatat că au rezerve serioase de încălzire.

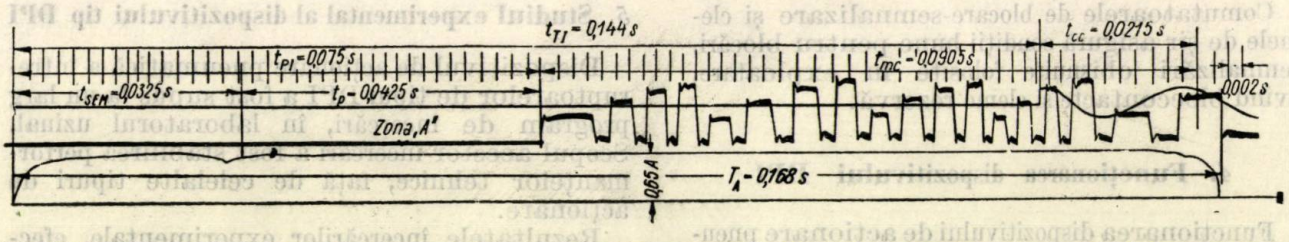


Fig. 7. Oscilograma ridicată la închiderea întreruptorului IUP 10/1000 cu dispozitivul DPI (tensiunea bobinei de închidere: 220 V, presiunea conductelor de aer comprimat: 4,5 at, secțiunea orificiilor de evacuare: 236 mm²):

t_{SEM} — timpul de acționare al supapei electromagnetice; t_{PI} — timpul propriu de închidere al întreruptorului; t_{TI} — timpul total de închidere al întreruptorului; t_{mc} — timpul de mișcare al contactelor; t_{cc} — timpul cursei în contacte; t_A — timpul cît a stat bobina de anclanșare sub tensiune.

Astfel, supratemperatura bobinei supapei electromagnetice s-a găsit 12°C, supratemperatura celor două variante de bobină de deschidere (la 220 V și la 24 V) a fost 16,3°C respectiv 59°C, iar încălzirea cablurilor de legătură, a contactelor de semnalizare și blocare în timpul

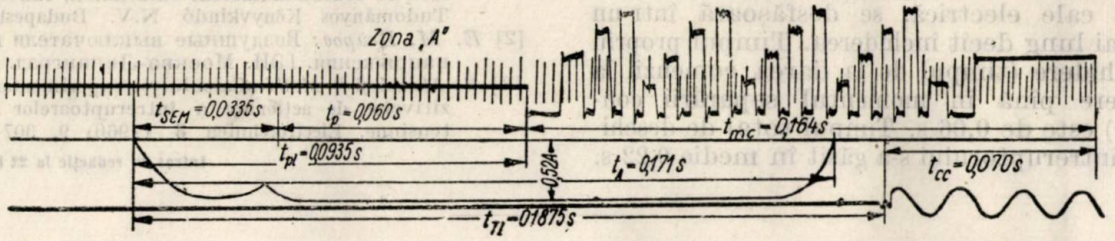


Fig. 8. Oscilograma ridicată la închiderea întreruptorului IUP 10/1000 cu dispozitivul DPI (tensiunea bobinei de închidere: 176 V, presiunea conductelor de aer comprimat: 3,5 at secțiunea orificiilor de evacuare: 236 mm²).

celor zece manevre standardizate a fost imperceptibilă.

3. *Verificarea izolației.* În cadrul acestor încercări s-au verificat: rezistența de izolație a circuitelor de comandă și semnalizare, a bobinelor, bloccontactelor etc., rigiditatea dielectrică a acelorași elemente față de corp cu tensiunea aplicată și rigiditatea dielectrică a izolației între spirele bobinelor, conform STAS. Izolația dispozitivului a corespuns la toate aceste probe, condițiilor impuse.

punct foarte îndepărtat de rezervorul central (la o distanță de 38 m de la conducta principală printr-o țeavă de ∅ 36 mm).

Caracteristicile cinematice și timpii de funcționare s-au determinat pe cale oscilografică, cu dispozitive de înregistrare speciale. In fig. 7, 8, 9 și 10 sînt redate cîteva oscilograme ridicate la închiderea întreruptorului IUP 10/1000 cu DPI, în diferite condiții de lucru (tensiune, presiune și secțiunea orificiului de evacuare din salteaua de aer etc.); viteza medie a deplasării contactelor a variat între 2,8—3,5 m/s,

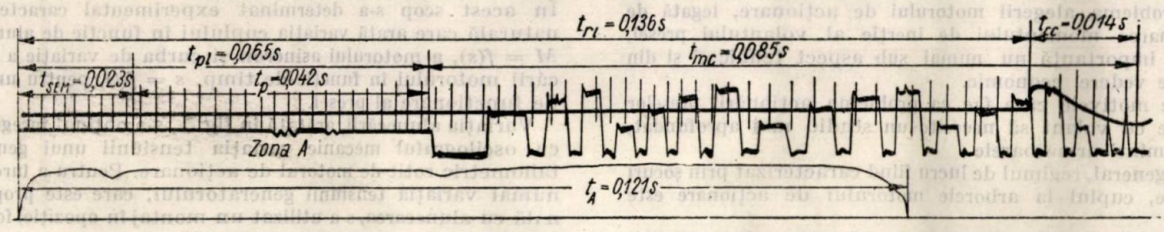


Fig. 9. Oscilograma ridicată la închiderea întreruptorului IUP 10/1000 cu dispozitivul DPI (tensiunea bobinei de închidere: 240 V, presiunea conductelor de aer comprimat: 4,95 at, secțiunea orificiilor de evacuare: 236 mm²).

viteza în momentul atingerii contactelor a fost în jurul lui 3 m/s și a depins în mare măsură de secțiunea orificiului de evacuare a aerului, din salteaua de aer. Viteza maximă întotdeauna s-a obținut în prima jumătate a

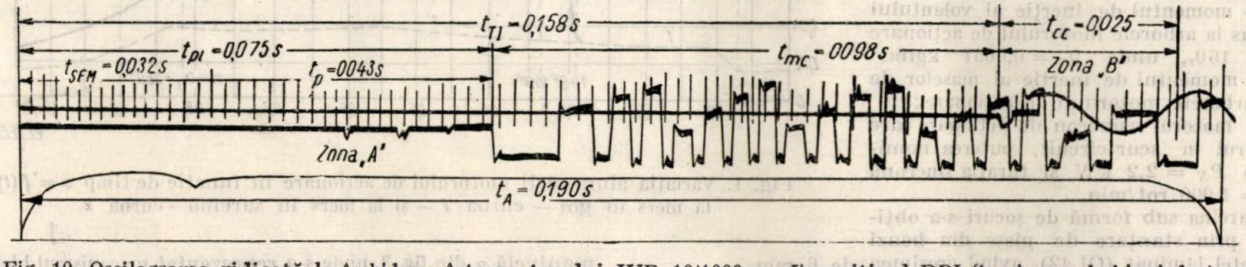


Fig. 10. Oscilograma ridicată la închiderea întreruptorului IUP 10/1000 cu dispozitivul DPI (tensiunea bobinei de închidere: 220 V, presiunea conductelor de aer comprimat: 4,5 at, secțiunea orificiilor de evacuare: 38 mm²).

4. *Ridicarea caracteristicilor cinematice, determinarea timpilor de funcționare.* Dispozitivul tip DPI a fost cuplat cu un întreruptor de tipul lui IUP-10/1000 și alimentat de la rețeaua de aer comprimat a uzinei într-un

perioadei de închidere (și nu la sfîrșit de cursă cum se întîmplă la DSI) și a atins valoarea între 4 și 5 m/s. Condițiile de amortizare se pot urmări de pe oscilograma (zona *B*). Timpul pneumatic și cel cinematic al sistemului de

comandă al aerului comprimat depinde sensibil de presiunea aerului comprimat și variază în limitele 0,02—0,06 s. Timpul total de închidere (timpul de la darea comenzii la închidere pînă la atingerea contactelor întreruptorului) a variat între 0,136 și 0,1875 s.

Deschiderea întreruptorului, comandată numai pe cale electrică, se desfășoară într-un timp mai lung decît închiderea. Timpul propriu de deschidere (timpul de la darea comenzii la deschidere pînă în momentul separării contactelor) este de 0,06 s. Timpul total de deschidere al întreruptorului s-a găsit în medie 0,22 s. Acest timp, de fapt, este determinat în mai mare măsură de resoartele întreruptorului și nu de dispozitivul DPI.

Bibliografie

[1] *Verebély László*: Villamos eröátvitel. IV Kötet. Kapcsolo és védöberendezések, tuláramok, tulfeszültségek. Tudományos Könyvkiadó N.V. Budapest, 1950.

[2] *E. M. Цейтов*: Воздушные выключатели высокого напряжения. ГЭИ. Москва-Ленинград. 1957.

[3] *S. Málhé* și *B. Málhé*: Calculul și experimentarea dispozitivelor de acționare a întreruptoarelor de înaltă tensiune. Electrotehnica **8** (1960) 9, 307—313.

Intrat în redacție la 22 iulie 1959.

Note

Considerații asupra acționării electrice a preselor mecanice cu volant

Eugen Seracin* — Timișoara

CZ 621.34:621.2

1. Presele mecanice cu volant sînt utilizate pe o scară tot mai largă, pentru că prelucrarea prin presare găsește numeroase aplicații în diferitele ramuri industriale. Datorită acestui fapt, problema alegerii motorului de acționare, legată de determinarea momentului de inerție al volantului presei, prezintă importanță nu numai sub aspect tehnic ci și din punct de vedere economic.

Dintre motivele care fac ca problema acționării preselor mecanice cu volant să necesite un studiu mai aprofundat, se pot aminti următoarele:

a) În general, regimul de lucru fiind caracterizat prin șocuri puternice, cuplul la arborele motorului de acționare este variabil.

b) Calculul puterii motorului de acționare și al mărimii volantului se face pe baza unor diagrame de funcționare simplificate. Adeseori, aceste diagrame diferă destul de mult față de situația reală, aceasta datorită fenomenelor complexe ce apar în cursul unui ciclu de funcționare.

Presa la care s-au făcut măsurătorile are următoarele caracteristici tehnice:

— forța maximă 50 t;

— numărul de curse pe minut 80;

— cuplul se transmite de la motorul de acționare prin intermediul unui angrenaj, avînd raportul de transmisie $i = 11{,}625$

— momentul de inerție al volantului redus la arborele motorului de acționare este $16\theta_r$, unde $\theta_r = 0{,}0051$ kgfms² este momentul de inerție al maselor de pe arborele motorului de acționare;

— motorul asincron de acționare are rotorul în scurtcircuit, puterea nominală $P_N = 2{,}2$ kW și turația sincronă $n_1 = 1\,000$ rot/min.

Sarcina sub formă de șocuri s-a obținut prin ștanțare de piese din benzi de oțel laminat (OL42), avînd grosimea de 6 mm.

Scopul urmărit în lucrare este:

a) Determinarea curbei de variație a cuplului la arborele motorului de acționare și a cuplului rezistent în timpul unui ciclu de funcționare.

b) Compararea rezultatelor obținute pe bază experimentală cu cele calculate din diagrama de sarcină simplificată.

2. Curba de variație a cuplului la arborele motorului de acționare în funcție de timp, $M = f(t)$, s-a obținut prin folosirea motorului de acționare ca aparat de măsură pentru cuplu. În acest scop s-a determinat experimental caracteristica naturală care arată variația cuplului în funcție de alunecare, $M = f(s)$, a motorului asincron și curba de variație a alunecării motorului în funcție de timp, $s = f(t)$, pentru un ciclu de funcționare al presei.

Variația alunecării, arătată în fig. 1, s-a obținut înregistrînd cu oscilografuł mecanic variația tensiunii unui generator tahometric rotit de motorul de acționare. Pentru a înregistra numai variația tensiunii generatorului, care este proporțională cu alunecarea, s-a utilizat un montaj în opoziție, folosind o tensiune de comparație constantă.

În fig. 2, curba *1* reprezintă variația cuplului $M/M_N = f(t)$ la arborele motorului de acționare la mers în gol iar curba *2* la mers în sarcină, M_N fiind cuplul nominal al motorului. Pe axa timpului sînt indicate și cîteva valori ale unghiului de

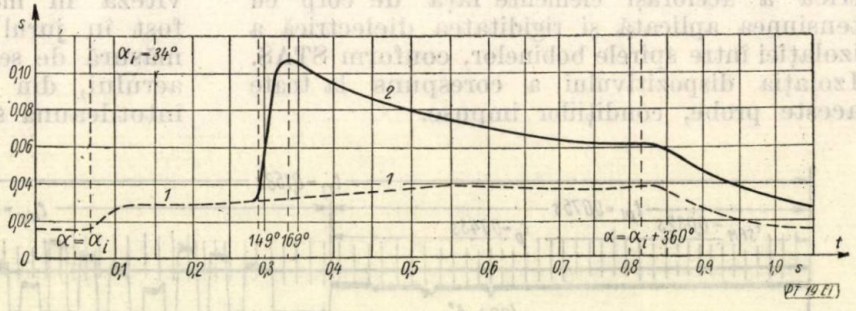


Fig. 1. Variația alunecării motorului de acționare în funcție de timp $s = f(t)$: la mers în gol — curba *1* — și la mers în sarcină — curba *2*.

manivelă α din fig. 3, unde s-a reprezentat mecanismul bielă-manivelă prin care se transmite mișcarea de la arborele presei la culisoul C; de acesta din urmă este fixată partea mobilă a sculei de decupare.

Asupra curbei *1* din fig. 2 se pot face următoarele observații:

În porțiunea în care cuplul este constant și are valoare minimă, volantul se rotește liber pe arborele presei; culisoul C se găsește în repaus, în poziția corespunzătoare unghiului α_i a manivelei. După ce se comandă cuplarea volantului cu

* Ing. *E. Seracin* este asistent la catedra de „Utilizările Energiei Electrice" de la Facultatea de Electrotehnică.

arborele presei, cuplul creşte datorită întîrzierii la ridicarea frînei cu bandă, care împiedică căderea liberă a culisoului din poziţia de repaus. În continuare cuplul variază între limite relativ apropiate, determinate de componentele introduse de mişcarea culisoului (pct. 4). În apopiere de unghiul $\alpha = \alpha_i + 360°$ cuplul creşte datorită avansului la aplicarea frînei cu bandă. La $\alpha = \alpha_i + 360°$ mişcarea culisoului este oprită prin decuplarea volantului de pe arbore, iar cuplul scade pînă la valoarea minimă.

Curba *2* din fig. 2 arată variaţia cuplului motorului de acţionare la mers în sarcină obţinută prin stanţare. Creşterea pronunţată a cuplului, care are loc în intervalul $149° < \alpha < 169°$,

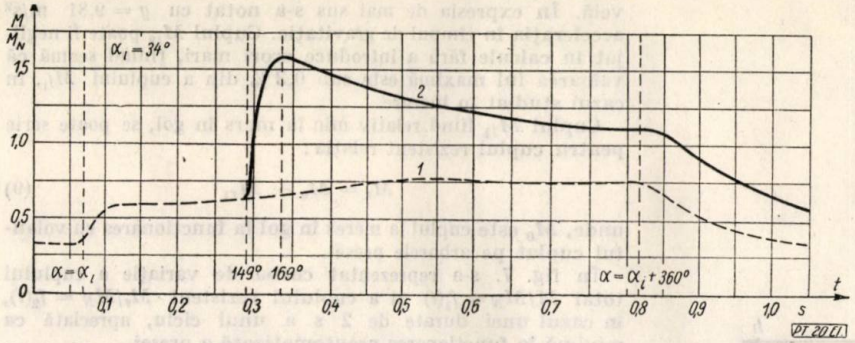


Fig. 2. Variaţia cuplului la arborele motorului de acţionare în funcţie de timp, $M/M_N = f(t)$, la mers în gol — curba *1* — şi la mers în sarcină — curba *2*.

este cauzată de şocul puternic ce apare în cursul operaţiei de deformare a materialului. După ce unealta a detaşat dopul din material, cuplul motor scade, servind doar pentru acoperirea cuplului de mers în gol şi pentru accelerarea volantului. În apropierea unghiului $\alpha = \alpha_i + 360°$ cuplul poate lua chiar valori crescătoare, din motivele arătate la analiza curbei *1*. La $\alpha = \alpha_i + 360°$ culisoul se opreşte şi cuplul începe să scadă pînă la valoarea minimă. După timpul necesar ca manevrantul să readucă piesa de stanţat în poziţie potrivită, ciclul se reia de la început. Trebuie menţionat că, dacă s-ar adapta la presă un dispozitiv de avans automat al materialului de stanţat, volantul s-ar găsi în permanenţă cuplat pe arborele presei. În acest caz durata ciclului ar fi minimă şi egală cu aproximativ 0,745 s.

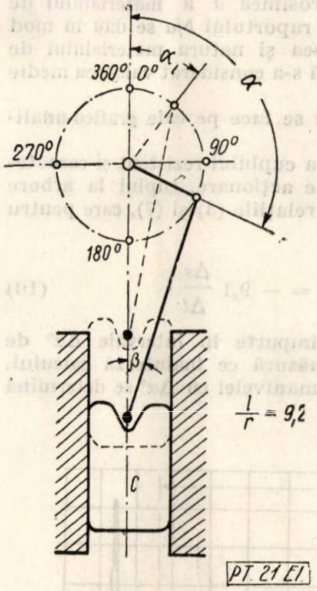


Fig. 3. Schiţa mecanismului bielă-manivelă prin care se acţionează culisoul *C*.

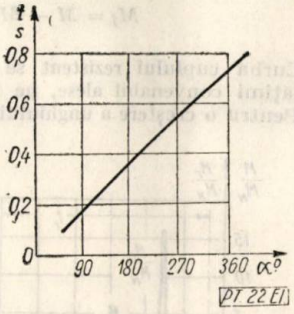


Fig. 4. Curba de variaţie a unghiului manivelei în funcţie de timp $\alpha = f(t)$.

Corespondenţa între unghiul manivelei şi timp este arătată în fig. 4. Curba $\alpha = f(t)$ s-a obţinut ştiind că între viteza unghiulară Ω a arborelui motorului şi unghiul α există legătura :

$$\frac{\Omega}{i} = \frac{d\alpha}{dt}.$$

Trecînd la cantităţi finite mici şi înlocuind pe α în grade, pentru cazul presei studiate rezultă :

$$\Delta\alpha° = 516\ (1 - s_m)\ \Delta t \qquad (1)$$

unde

$s_m = \dfrac{\Omega_1 - \Omega_m}{\Omega_1}$ este alunecarea medie corespunzătoare intervalului Δt, considerat pe curba $s = f(t)$;

Ω_1 — viteza unghiulară sincronă;

Ω_m — viteza unghiulară medie.

3. Pentru a determina curba de variaţie a cuplului rezistent necesar stanţării, s-a ridicat experimental curba de variaţie a forţei în funcţie de spaţiul parcurs de unealta de tăiere, $F = f(h)$, în cursul procesului de deformare a materialului. În acest scop, s-a executat scula arătată în fig. 5, care a fost adaptată la o maşină universală de încercat la rezistenţă. Mişcarea poansonului *1*, în timpul tăierii piesei *2*, este amplificată prin intermediul pîrghiei *3* şi transmisă dispozitivului de înregistrare al maşinei. Curbele astfel obţinute, pentru piese avînd grosimea $a = 6$ mm şi din acelaşi material care s-a folosit la ridicarea diagramei din fig. 2, sînt arătate în fig. 6. Curba *1* corespunde unui joc între matriţă şi poanson $\delta_1 = 0{,}70$ mm iar curba *2* unui joc $\delta_2 = 0{,}49$ mm. Aceste valori sînt cuprinse între limitele obişnuite. Trebuie precizat că la determinările experimentale efectuate asupra presei mecanice (pct. 2), s-a folosit o sculă cu un joc $\delta = \delta_2$.

Cu ajutorul curbelor din fig. 6 se poate determina lucrul mecanic necesar decupării unei piese :

$$L = \int_0^a F\,dh. \qquad (2)$$

Calculele au arătat că în cazul curbei *2*, lucrul mecanic L_2 este cu 28% mai mare decît lucrul mecanic L_1 corespunzător curbei *1*.

4. Pentru a analiza influenţa componentelor care determină cuplul total la arborele motorului de acţionare (fig. 2 curba *2*), se foloseşte ecuaţia mişcării

$$M = M_r + M_j \qquad (3)$$

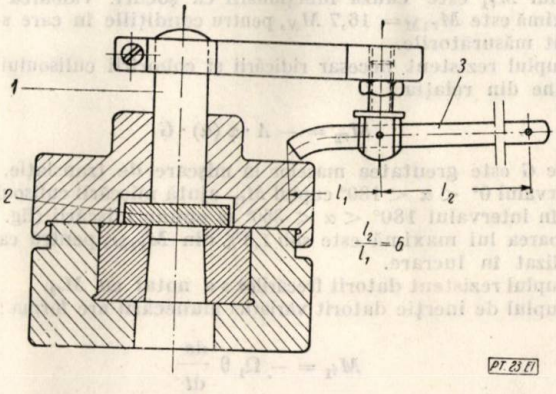


Fig. 5. Dispozitivul folosit pentru determinarea curbei de variaţie a forţei, $F = f(h)$, în cursul procesului de stanţare.

unde : M_r este cuplul rezistent;

M_j — cuplul datorit inerţiei maselor în mişcare.

În cazul presei cu manivelă, ecuaţia mişcării ia forma :

$$M = M_{r1} + M_{r2} + M_{r3} + M_{j1} + M_{j2} \qquad (4)$$

în care, semnificaţia componentelor cuplului este după cum urmează.

Cu notaţiile din fig. 3 şi fig. 4, cuplul rezistent necesar decupării piesei este dat de expresia :

$$M_{r1} = A \cdot \varphi(\alpha) \cdot f(h) \qquad (5)$$

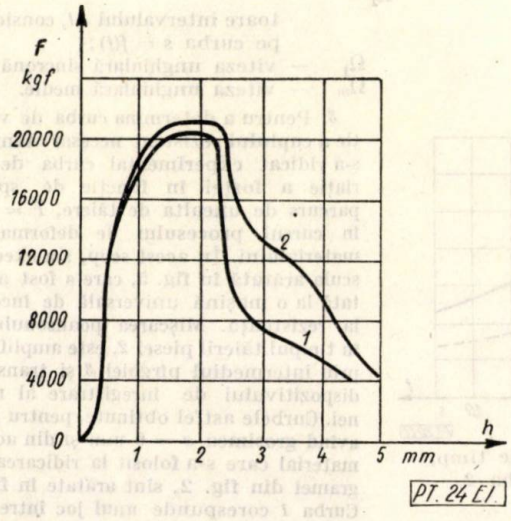


Fig. 6. Curba de variaţie a forţei în funcţie de drumul parcurs de unealtă, $F = f(h)$, în timpul procesului de stanţare.

unde,

$A = \frac{r}{i}$ este o constantă în care $r = 0{,}0435$m ;

$\varphi(\alpha) = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$ — o funcţie de unghiul manivelei α, deoarece valoarea unghiului β depinde de α prin relaţia

$$\beta = \text{arc sin}\left(\frac{r}{l} \sin \alpha\right);$$

$F = f(h)$ — forţa de tăiere, care depinde de drumul pacurs de unealtă.

Cuplul M_{r_1} este cauza funcţionării cu şocuri. Valoarea lui maximă este $M_{r1M} = 16{,}7\ M_N$, pentru condiţiile în care s-au făcut măsurătorile.

Cuplul rezistent necesar ridicării şi coborîrii culisoului se obţine din relaţia :

$$M_{r2} = - A \cdot \varphi(\alpha) \cdot G \qquad (6)$$

unde G este greutatea maselor în mişcare de translaţie. În intervalul $0° < \alpha < 180°$ cuplul M_{r2} ajută mişcării culisoului, iar în intervalul $180° < \alpha < 360°$ se opune mişcării (fig. 3). Valoarea lui maximă este sub 1,5% din M_{r1M}, pentru cazul analizat în lucrare.

Cuplul rezistent datorit frecărilor s-a notat cu M_{r3}.

Cuplul de inerţie datorit variaţiei alunecării are forma :

$$M_{j1} = - \Omega_1 \theta \frac{ds}{dt} \qquad (7)$$

unde :

θ este momentul de inerţie total al maselor în mişcare redus la arborele motor ;

$s = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1}$ — alunecarea.

Deoarece θ este mare datorită volantului, valoarea lui M_{j1} este mare şi are rolul de a compensa şocul introdus de cuplul M_{r1}.

Cuplul determinat de variaţia momentului de inerţie se obţine din relaţia :

$$M_{j2} = \frac{1}{2i} \Omega_1^2 (1 - s)^2 \frac{d\theta}{d\alpha}. \qquad (8)$$

Cuplul M_{j2} apare datorită părţii variabile a momentului de inerţie,

$$\theta_v = A^2 \cdot \varphi^2(\alpha) \frac{G}{g}$$

introdusă de masele antrenate prin mecanismul bielă-manivelă. În expresia de mai sus s-a notat cu $g = 9{,}81$ m/s^2 acceleraţia în cîmpul de gravitaţie. Cuplul M_{j2} poate fi neglijat în calcule fără a introduce erori mari, ţinînd seamă că valoarea lui maximă este sub 0,3% din a cuplului M_{j_1}, în cazul studiat în lucrare.

Cuplul M_{j1} fiind relativ mic la mers în gol, se poate scrie pentru cuplul rezistent relaţia :

$$M_r = M_0 + M_{r1} \qquad (9)$$

unde, M_0 este cuplul la meres în gol la funcţionarea cu volantul cuplat pe arborele presei.

În fig. 7. s-a reprezentat curba de variaţie a cuplului total $M/M_N = f_1(t)$ şi a cuplului rezistent $M_r/M_N = f_2(t)$, în cazul unei durate de 2 s a unui ciclu, apreciată ca minimă la funcţionarea neautomatizată a presei.

5. Curba de variaţie a cuplului la arborele motorului de acţionare s-a determinat şi prin calcul, după următoarele metode :

I. Pe baza curbei de variaţie a cuplului rezistent, $M_r/M_N = f_1(\alpha)$, arătată în fig. 8, care se obţine din ecuaţia (5) şi din curba $F = f(h)$ ridicată experimetal (pct. 4).

II. Pe baza unei diagrame simplificate a cuplului rezistent, $M_r/M_N = f_4(\alpha)$ din fig. 9, obţinută în ipoteza că forţa de tăiere este constantă şi egală cu valoarea maximă, pentru o anumită porţiune b din grosimea a a materialului de stanţat. Valori orientative ale raportului b/a se dau în mod obişnuit în funcţie de grosimea şi natura materialului de stanţat. În cazul lucrării de faţă s-a considerat valoarea medie $b/a = 0{,}37$.

Rezolvarea acestei probleme se face pe cale grafico-analitică, după cum urmează :

Cunoscînd curba de variaţie a cuplului rezistent şi caracteristica naturală a motorului de acţionare, cuplul la arbore se calculează cu ecuaţia (1) şi relaţiile (3) şi (7), care pentru presa studiată capătă forma :

$$M_j = M - M_r = - 9{,}1 \frac{\Delta s}{\Delta t}. \qquad (10)$$

Curba cuplului rezistent se împarte în intervale $\Delta\alpha°$ de lăţimi convenabil alese, pe măsură ce înaintează calculul. Pentru o creştere a unghiului manivelei cu $\Delta\alpha°$ se determină

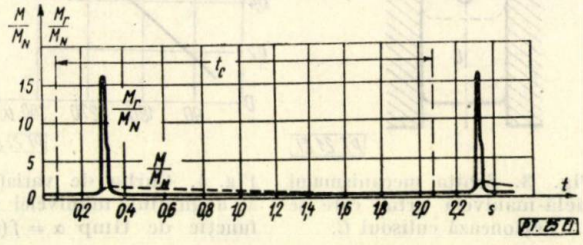


Fig. 7. Curba de variaţie a cuplului la arborele motor, $M/M_N = f_1(t)$ şi a cuplului rezistent, $M_r/M_N = f_2(t)$, în timpul unui ciclu de funcţionare.

un cuplu rezistent mediu din curba $M_r = f(\alpha)$ şi se apreciază o anumită variaţie Δs a alunecării. Din caracteristica $M = f(s)$ se obţine cuplul motor mediu, corespunzător alunecării

$$s_m = s_i + \frac{\Delta s}{2}$$

în care s_i este alunecarea la începutul intervalului considerat. Din relația (10) rezultă timpul Δt, necesar parcurgerii unghiului $\Delta\alpha$. Mărimile calculate se înlocuiesc în ecuația (1); dacă valoarea ce rezultă pentru unghiul $\Delta\alpha$ este aceeași cu cea aleasă inițial, calculul este corect și se continuă pentru o nouă fișie $\Delta\alpha$. În caz contrar se alege altă valoare pentru Δs, cu care rezultă alt $\Delta\alpha$. Determinările se repetă pînă ce $\Delta\alpha$ rezultat din calcul corespunde cu cel ales inițial. Curba

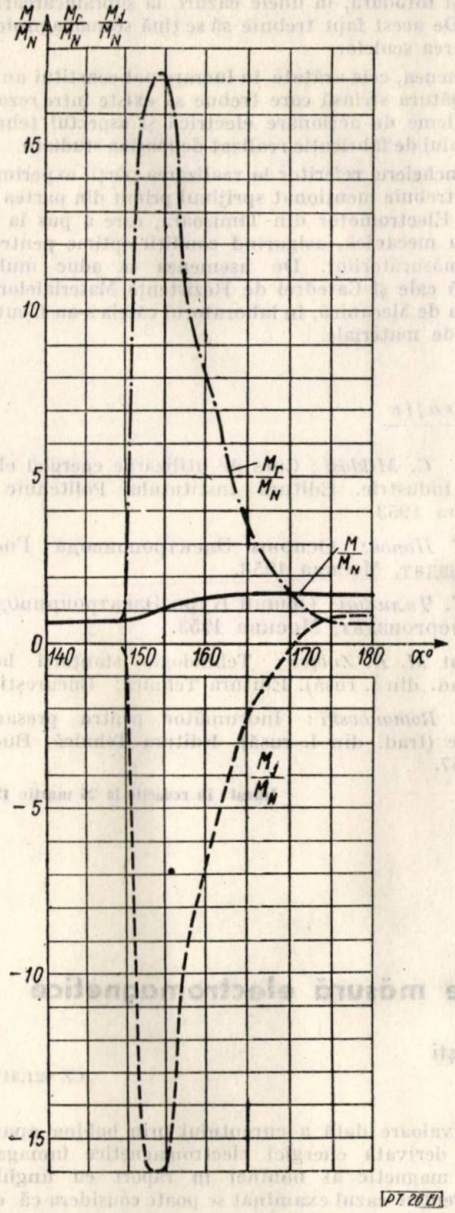


Fig. 8. Curbele de variație ale cuplurilor $M_r/M_N = f_1(\alpha)$, $M/M_N = f_2(\alpha)$ și $M_j/M_N = f_3(\alpha)$, în intervalul în care are loc procesul de decupare, determinate prin metoda I.

de variație a cuplului motor și a celui de inerție se obțin știind că, pentru intervalul $\Delta\alpha_\nu$, unghiului

$$\alpha_\nu = \alpha_i + \sum_{\lambda=1}^{\nu-1} \Delta\alpha_\lambda + \frac{\Delta\alpha_\nu}{2}$$

îi corespunde cuplul motor mediu M_ν și cuplul de inerție mediu $M_{j\nu}$.

Pe baza celor arătate mai sus s-au obținut următoarele rezultate:

Prin metoda I s-au determinat curbele $M/M_N = f_2(\alpha)$ și $M_j/M_N = f_3(\alpha)$ reprezentate în fig. 8 pentru intervalul corespunzător procesului de decupare, cînd valorile și variațiile

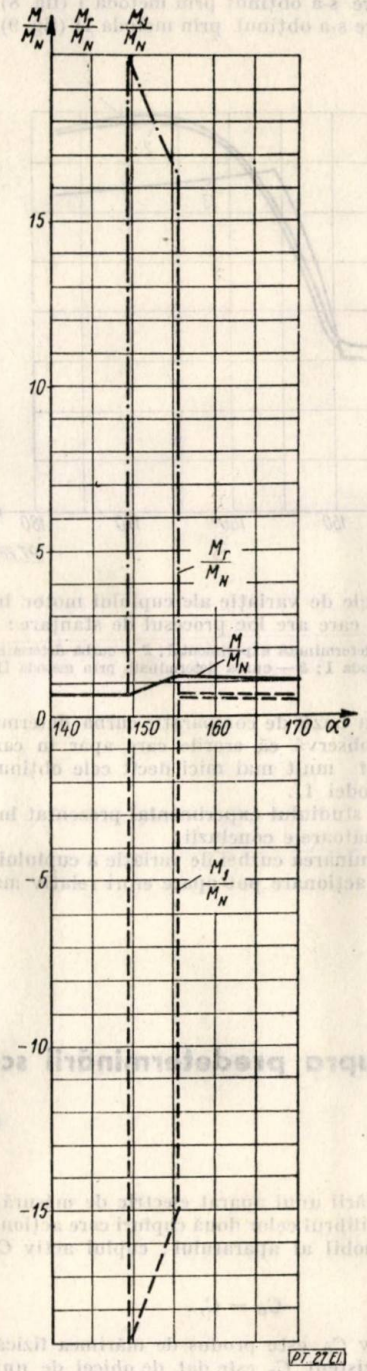


Fig. 9. Curbele de variație ale cuplurilor $M_r/M_N = f_4(\alpha)$, $M/M_N = f_5(\alpha)$ și $M_j/M_N = f_6(\alpha)$, în intervalul în care are loc procesul de decupare, determinate prin metoda II.

cuplurilor sînt maxime. Se observă că necesitatea folosirii unui volant este evidentă, valoarea maximă a cuplului rezistent fiind mare și anume 17,3 M_N.

Prin metoda II s-au obținut curbele $M/M_N = f_5(\alpha)$ și $M_j/M_N = f_6(\alpha)$ arătate în fig. 9,

În scopul unei aprecieri cantitative asupra rezultatelor obținute prin cele două metode de lucru, s-au reprezentat în fig. 10, pentru intervalul în care are loc deformarea materialului, următoarele curbe de variație ale cuplului la arborele motorului de acționare :

curba *1*, care s-a determinat experimental (pct. 2) ;
curba *2*, care s-a obținut prin metoda I (fig. 8) ;
curba *3*, care s-a obținut prin metoda II (fig. 9).

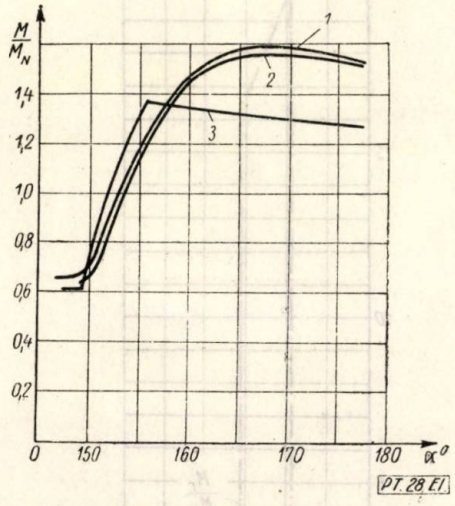


Fig. 10. Curbele de variație ale cuplului motor în intervalul în care are loc procesul de stanțare :
1 — curba determinată experimental ; *2* — curba determinată prin metoda I ; *3* — curba determinată prin metoda II.

Considerînd ca bază de comparație curba determinată experimental, se observă că erorile care apar în cazul folosirii metodei I sînt mult mai mici decît cele obținute în cazul utilizării metodei II.

6. În urma studiului experimental prezentat în lucrare, se pot trage următoarele concluzii :

a) La determinarea curbei de variație a cuplului la arborele motorului de acționare pot apare erori relativ mari în cazul folosirii unei diagrame simplificate a cuplului rezistent. Pe baza celor arătate rezultă că, este recomandabil să se efectueze calcule bazate pe determinări experimentale, atunci cînd sînt necesare aprecieri cantitative mai exacte în vederea alegerii soluțiilor optime pentru puterea motorului de acționare și mărimea volantului.

b) În cazul sculelor tăietoare, jocul dintre matriță și poanson are o influență mare asupra încărcării motorului de acționare. Un joc nepotrivit duce la un consum inutil de energie electrică și totodată, în unele cazuri, la supraîncărcări inadmisibile. De acest fapt trebuie să se țină seamă la proiectarea și executarea sculelor.

De asemenea, cele arătate în lucrare pot constitui un exemplu de legătura strînsă care trebue să existe între rezolvarea unei probleme de acționare electrică și aspectul tehnologic al procesului de fabricație realizat de mașina studiată.

7. În încheiere, referitor la realizarea părții experimentale a lucrării, trebuie menționat sprijinul primit din partea Întreprinderii Electromotor din Timișoara, care a pus la dispoziție presa mecanică, asigurînd condiții optime pentru executarea măsurătorilor. De asemenea se aduc mulțumiri pe această cale și Catedrei de Rezistența Materialelor de la Facultatea de Mecanică, în laboratorul căreia s-au făcut unele încercări de materiale.

Bibliografie

[1] Acad. *C. Mikloși* : Curs de utilizările energiei electrice în industrie. Editura Institutului Politehnic Timișoara 1953.

[2] *B. К Попов:* Основы Электропривода Госэнергоиздат, Москва 1953.

[3] *М. Г. Чиликин:* Общий Курс Электропривода Госэнергоиздат, Москва 1953.

[4] Docent *M. E. Zubțov* : Tehnologia stanțării la rece (trad. din l. rusă). Editura Tehnică, București 1953.

[5] *V. P. Romanovski* : Îndrumător pentru presarea la rece (trad. din l. rusă). Editura Tehnică, București 1957.

Intrat în redacție la 26 martie 1960.

Asupra predeterminării scării aparatelor de măsură electromagnetice

Ioan Ponner* — **București**

CZ 621.317.7.085.4

Gradația scării unui aparat electric de măsură este determinată de echilibrul celor două cupluri care acționează asupra echipajului mobil al aparatului : cuplul activ C_a și cuplul rezistent C_r

$$C_a = C_r . \tag{1}$$

Cuplul activ C_a este produs de mărimea fizică măsurată, iar cuplul rezistent C_r este dat de obicei de un arc spiral, avînd o caracteristică liniară în funcție de unghiul de rotație :

$$C_r = f_1(\alpha) = B\alpha \tag{2}$$

în care B este constanta arcului spiral.

Considerînd cazul unui aparat electromagnetic, se poate calcula cuplul activ care acționează asupra organului mobil pentru o valoare dată a curentului prin bobina aparatului luîndu-se derivata energiei electromagnetice înmagazinate în cîmpul magnetic al bobinei în raport cu unghiul de rotație. Pentru cazul examinat se poate considera că energia electromagnetică este înmagazinată numai în cîmpul magnetic și deci cuplul activ este :

$$C_a = \frac{\mathrm{d}W_{em}}{\mathrm{d}\alpha} = \frac{\mathrm{d}W_m}{\mathrm{d}\alpha} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\alpha}\left(\frac{1}{2} LI^2\right) \tag{3}$$

în care :

W_{em} este energia electromagnetică înmagazinată în bobină ;
W_m — energia înmagazinată în cîmpul magnetic a bobinei ;
L — inductanța proprie a bobinei ;
I — curentul prin bobină.

* Ing. *I. Ponner* este inginer principal la Institutul de Cercetări Științifice al Ministerului Transporturilor și Telecomunicațiilor.

Dacă considerăm cuplul activ pentru o valoare dată a curentului putem scrie :

$$C_a = \frac{1}{2} I^2 \frac{dL}{d\alpha} = f_2(\alpha, I) \quad (4)$$

În figura 1 sînt reprezentate curbele experimentale $C_a = f_2(\alpha, I)$ luîndu-se ca parametru I. Forma acestor curbe depinde de construcţia ansamblului bobină-organ mobil.

Pentru predeterminarea scării aparatelor de măsură electromagnetice în cursul elaborării unui nou tip, pe baza rela-

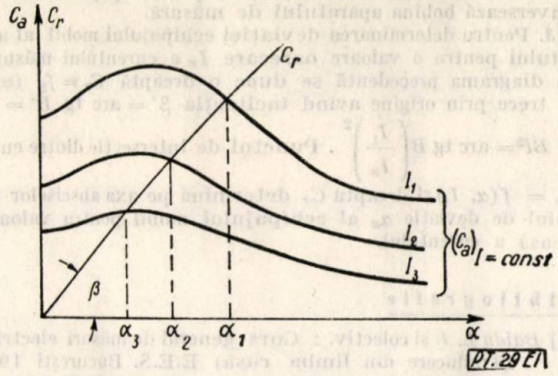


Fig. 1

ţiei (1) se trasează pe aceeaşi diagramă familia de curbe $C_a = f_2(\alpha, I)$ şi dreapta reprezentativă a cuplului rezistent al arcului spiral $C_r = B\alpha$ cu înclinaţia $\beta = \text{arc tg } B$. Proiecţiile pe axa absciselor ale punctelor de intersecţie între C_r şi C_a corespunzătoare unei valori a curentului prin aparat, determină scara aparatului de măsură.

Pentru determinarea scării aparatului nu este nevoie de a se ridica experimental toate curbele $C_a = f_2(\alpha, I)$ luînd pe I parametru, ci este suficient ca să se ridice o singură curbă pentru o valoare oarecare a curentului. De obicei această determinare se face pentru $I = I_{max}$ din care se determină orice curbă a familiei $C_a = f_2(\alpha, I)$.

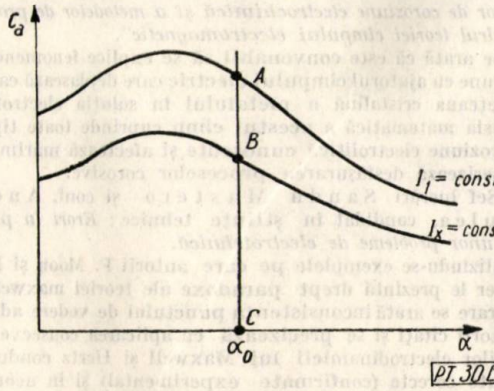


Fig. 2

Într-adevăr; considerînd două dintre aceste curbe (fig. 2) se poate scrie pentru o valoare constantă a unghiului de rotaţie :

$$AC = C_{a_1} = \frac{1}{2} I_1^2 \left(\frac{dL}{d\alpha}\right)_{\alpha=\alpha_0} \quad (5)$$

$$BC = C_{ax} = \frac{1}{2} I_x^2 \left(\frac{dL}{d\alpha}\right)_{\alpha=\alpha_0} \quad (6)$$

şi

$$\frac{AC}{BC} = \frac{C_{a_1}}{C_{ax}} = \left(\frac{I_1}{I_x}\right)^2 \quad (7)$$

respectiv

$$C_{ax} = C_{a_1}\left(\frac{I_x}{I_1}\right)^2. \quad (8)$$

Pornind de la o singură determinare experimentală $C_a = f_2(\alpha, I)$ pentru I = constant, pentru o reprezentare suficient de exactă a familiei de curbe $C_a = f_2(\alpha, I)$ este nevoie de efectuarea unui volum de calcul mai mare. Totodată, trasarea curbelor pentru I = constant din această familie de curbe prin punctele calculate este o operaţie însoţită de erori. De aceea, poate fi util să se examineze metoda pe care o expunem mai jos, care necesită calcule mai puţine şi care este afectată de erori mai reduse.

Considerente teoretice

Punctele de intersecţie ale familiei de curbe C_a şi dreapta C_r se pot exprima analitic prin egalitatea :

$$C_a = C_r \quad (9)$$

sau folosind notaţiile precedente :

$$f_1(\alpha) = f_2(\alpha, I) \quad (10)$$

În intervalul de deviaţie al acului aparatului de măsură $0 < \alpha < \alpha_{max}$ funcţia $f_2(\alpha, I_1)$ fiind continuă şi derivabilă, ea se poate exprima cu ajutorul unei serii de puteri

$$f_2(\alpha, I_1) = I_1^2(A_0\alpha^n + A_1\alpha^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\alpha + A_n) \quad (11)$$

Pentru o valoare I_x a curentului pentru care dorim să predeterminăm deviaţia aparatului, relaţia (11) se scrie:

$$f_2(\alpha, I_x) = I_x^2(A_0\alpha^n + A_1\alpha^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\alpha + A_n) \quad (12)$$

Ţinînd seama de relaţiile (2), (10) şi (11) obţinem :

$$B\alpha = I_x^2(A_0\alpha^n + A_1\alpha^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\alpha + A_n) \quad (13)$$

Înmulţind şi împărţind membrul drept al ecuaţiei (13) cu valoarea curentului I_1, pentru care am ridicat experimental curba $C_a = f_2(\alpha, I_1)$ avem :

$$B\alpha = I_1^2\left(\frac{I_x}{I_1}\right)^2(A_0\alpha^n + A_1\alpha^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\alpha + A_n) \quad (14)$$

Introducînd notaţiile

$$\frac{I_x}{I_1} = \frac{1}{i} \quad (15)$$

$$i^2 B = B' \quad (16)$$

relaţia (14) se poate scrie :

$$B'\alpha = I_1^2(A_0\alpha^n + A_1\alpha^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\alpha + A_n) \quad (17)$$

care este de forma

$$f_3(\alpha, i) = f_2(\alpha, I_1) \quad (18)$$

Comparînd relaţiile (10) şi (18) observăm că în timp ce $f_1(\alpha)$ reprezintă o dreaptă, a cărei pantă nu depinde de valoarea curentului prin bobina aparatului, $f_3(\alpha, i)$ reprezintă o familie de drepte ce trec prin origine, avînd ca parametru pe i, respectiv pe I_x. Observăm, de asemenea, că în timp ce $f_2(\alpha, I)$ reprezintă o familie de curbe avînd ca parametru valoarea I_x a curentului ce străbate aparatul de măsură, $f_2(\alpha, I_1)$ reprezintă o singură curbă din familia de curbe $f_2(\alpha, I)$.

Din comparația de mai sus rezultă avantajul metodei propuse: în loc să calculăm și să construim atîtea curbe ale familiei $C_a = f(\alpha, I)$ cîte puncte ale scării ne interesează, reprezentăm o singură curbă $C_a = f(\alpha, I_1)$ pentru o valoare

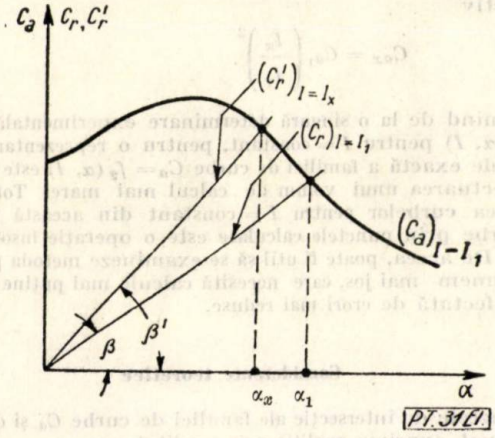


Fig. 3

I_1 a curentului și ducem prin origine un număr de drepte $C_r = f_3(\alpha, i)$ egal cu numărul de valori a curentului pentru care dorim să predeterminăm deviația acului aparatului de măsură.

Procedeul practic

Modul de predeterminare a scării aparatului de măsură este următorul (fig. 3):

1. Se ridică cu ajutorul unui dinamometru curba cuplului activ asupra organului mobil în funcție de unghiul de rotație, pentru o valoare oarecare (de obicei cea maximă) a curentului $C_a = f_2(\alpha, I_1)$.

2. Pe aceeași diagramă se trasează dreapta cuplului rezistent al arcului spiral funcție de unghiul de rotație $C_r = f_1(\alpha) = B\alpha$, dreaptă ce trece prin origine și are înclinația $\beta = \text{arc tg}B$. Punctul de intersecție al curbei C_a cu dreapta C_r determină unghiul de deviație α_1 al echipajului mobil ce traversează bobina aparatului de măsură.

3. Pentru determinarea deviației echipajului mobil al aparatului pentru o valoare oarecare I_x a curentului măsurat, pe diagrama precedentă se duce o dreaptă $C_r = f_3(\alpha, i)$ ce trece prin origine avînd înclinația $\beta' = \text{arc tg } B' = \text{arc tg } Bi^2 = \text{arc tg } B\left(\frac{I_1}{I_x}\right)^2$. Punctul de intersecție dintre curba $C_a = f(\alpha, I_1)$ și dreapta C_r determină pe axa absciselor unghiul de deviație α_x al echipajului mobil pentru valoarea aleasă a curentului.

Bibliografie

[1] *Baida L. I.* și colectiv.: Curs general de măsuri electrice. (Traducere din limba rusă) E.E.S. București 1953.

[2] *Amliunov V. O.*: Instrumente și aparate electrice de măsurat. Calcul și construcție. (Traducere din limba rusă) Editura Tehnică, București, 1952.

Intrat în redacție la 2 iunie 1960.

Cronică

A VI-a sesiune de comunicări științifice a cadrelor didactice de la Institutul Politehnic din București

La Institutul Politehnic-București a avut loc între 17—18 decembrie 1960 cea de-a VI-a sesiune de comunicări științifice a cadrelor didactice. În cadrul celor 20 secții de specialitate s-au prezentat și discutat un număr de 216 lucrări. În secția a IX-a „Bazele Electrotehnicei" și secția a X-a „Mașini și Aparate Electrice" s-a comunicat un număr ide 24 lucrări (în prima secție 9 lucrări, iar în cea de-a doua 15 lucrări).

În domeniul bazelor teoretice ale electrotehnicei s-au prezentat următoarele lucrări:

1. Prof. Dr. Remus Rădulescu, membru corespondent al Acad. R.P.R.: *Sistemul mărimilor primitive ale electrotehnicei.*

Se prezintă împărțirea mărimilor unui domeniu de cercetare pe baza principiilor reductibilității în clasa mărimilor primitive și cea a mărimilor derivate și pe baza principiului cauzalității în clasa mărimilor de stare și cea a mărimilor accesorii. Se expune apoi metodica folosirii principiului cauzalității spre a se constata dacă un mănunchi dat de mărimi de stare ale unei clase de sisteme fizice este complet sau incomplet cum și dacă un mănunchiu dat de mărimi primitive este complet sau incomplet. Pe această bază se prezintă mărimile de stare și sistemul de mărimi primitive ale teoriei macroscopice a fenomenelor electrice și magnetice din domeniul electrotehnicei.

2. Conf. Alexandru Timotin, candidat în științe tehnice,: *O definiție invariantă a mărimilor de stare macroscopică a cîmpului electromagnetic în medii în mișcare".*

După ce se arată că mărimile de stare (**E, D, B, H**) ale cîmpului electromagnetic sînt definite pe baze experimentale numai în vid, se precizează că definirea lor în interiorul corpurilor depinde de referențialul propriu R_0. Se studiază apoi posibilitatea de a extrapola la un referențial oarecare modul de introducere directă a mărimilor (**E**; **D**; **B**; **H**) și se demonstrează că măsurarea acestor mărimi permite determinarea tuturor mărimilor de stare independente de sistemul de referință inerțial la care sînt raportate și care nu conțin viteza locală a mediului.

3. Conf. Gheorghe Moisil: *Interpretarea fenomenelor de coroziune electrochimică și a metodelor de protecție, în cadrul teoriei cîmpului electromagnetic".*

Se arată că este convenabil să se explice fenomenele de coroziune cu ajutorul cîmpului electric care deplasează cationii din rețeaua cristalină a metalului în soluția electrolitică. Expresia matematică a acestui cîmp cuprinde toate tipurile de coroziune electrolitică cunoscute și afectează mărimile ce caracterizează desfășurarea proceselor corosive.

4. Șef lucrări Sanda Mastero și conf. Andrei Țugulea, candidat în științe tehnice: *Erori în prezentarea unor probleme de electrotehnică.*

Analizîndu-se exemplele pe care autorii P. Moon și D. E. Spencer le prezintă drept paradoxe ale teoriei maxweliiene în lucrare se arată inconsistența punctului de vedere adoptat de autorii citați și se precizează că aplicarea consecventă a ecuațiilor electrodinamicii lui Maxwell și Hertz conduce la rezultate corecte (confirmate experimental) și în acord cu aplicarea consecventă a electrodinamicei relativiste.

5. Șef de lab. Aurel Milea: *Rezolvarea unor probleme de electrotehnică cu ajutorul ecuațiilor integrale.*

Se deduc ecuațiile integrale pe care le satisfac mărimile cîmpului electromagnetic în cazul problemelor mai des întîlnite în electrotehnică. Se aplică apoi ecuațiile integrale la rezolvarea unor probleme care prezintă interes deosebit din punct de vedere practic.

6. Asistent Dan Popescu: *Reprezentarea fenomenelor electromagnetice pe modele conținînd medii continue.*

Se prezintă bazele teoretice ale reprezentării pe modele cu medii continui a cîmpurilor fizice care satisfac ecuațiile de tip Laplace, Poisson etc. și anumite tipuri de ecuații diferențiale neliniare cu derivate parțiale. Folosirea rezultatelor obținute la cazurile concrete de reprezentare pe modele a diverselor

fenomene din electrotehnică arată utilitatea metodei în studiul şi proiectarea maşinilor electrice.

7. Prof. Dr. Ion Antoniu: *Utilizarea seriei Fourier complexe la studiul regimului deformant.*

Prin utilizarea formei complete a seriei Fourier se stabilesc relaţiile de bază folosite în studiul regimului deformant. Astfel se determină pe baza unor consideraţii inedite valoarea efectivă a undelor de tensiune şi curent şi se stabilesc expresiile puterii active, reactive şi deformantă într-un regim deformant oarecare.

8. Asistent Florin Manea: *Expresia termenului general al coeficienţilor seriei Fourier la metoda discontinuităţilor.*

În lucrare s-a urmărit determinarea expresiei termenului general într-o formă compactă uşor de scris şi aplicat. Autorul a reuşit să obţină o formă didactică a soluţiei.

9. Conf. Constantin Mocanu: *Probleme de valori proprii în teoria liniilor electrice lungi multifilare.*

Comunicarea se referă la particularităţile transmisiei energiei electromagnetice pe liniile electrice lungi multifilare. Se stabileşte prin calcul matricial ecuaţia telegrafiştilor pentru linia cu *n* conductoare. Dintr-o serie de consideraţii rezultă că deşi transmisia energiei electromagnetice se face pe fiecare fir a liniei prin *n* unde directe şi *n* unde inverse pot exista şi cazuri de degenerescenţă cînd numărul valorilor proprii este mai mic ca *n*.

În domeniul maşinilor şi aparatelor electrice s-a prezentat o serie din lucrări dintre care citäm:

1. Prof. Alexandru Popescu: *Contribuţii la studiul analitic şi grafic al sensibilităţii maxime a punţilor de curent alternativ.*

Ca o continuare a lucrării stiinţifice din 1959 în care se analizează eroarea fundamentală comisă de o serie de autori la calculul sensibilităţii maxime a punţii de curent alternativ, autorul prezintă în comunicarea de faţă calculul corect al sensibilităţii maxime a unor punţi de curent alternativ, folosind atît metoda analitică cît şi o metodă grafică nouă.

2. Prof. dr. Remus Rădulet, membru corespondent al Acad. R.P.R. şi asistent Alfons Ifrim: *Contribuţii la teoria frînelor de inducţie (electromagnetcice) cu disc neferomagnetic.*

În lucrare se fac completări privind teoria frînelor de inducţie (electromagnetice) dezvoltată de Rudenberg. Autorii dau o aproximaţie mai bună a repartiţiei reale a inducţiei date de excitaţie. În partea finală a comunicării se confruntă rezultatele teoretice cu cele exeperimentale.

3. Conf. Călin Mihăileanu: *O metodă de prezentare unitară a releelor de protecţie de distanţă şi direcţionale.*

După ce se prezintă caracteristicile rectilinii şi circulare ale diferitelor tipuri de relee de protecţie în planul complex al impedanţei şi cel al admitanţei se arată apoi care sînt posibilităţile de realizare constructivă a releelor cu astfel de caracteristică.

4. Sef lucrări Dumitru Lăzăroiu: *Tehnica circuitelor imprimate şi aplicarea sa în construcţia înfăşurărilor maşinilor electrice rotative.*

Se analizează problemele generale şi tehnologice privind folosirea circuitelor imprimate. Se enumără aplicaţiile circuitelor imprimate în diferite domenii ale electrotehnicei. Se prezintă apoi problemele ce stau la baza construcţiei maşinilor electrice cu bobinaje realizate pe principiul circuitelor imprimate şi se arată perspectivele utilizării lor în construcţia maşinilor electrice din R.P.R.

5. Prof. Carol Steinberg: *Cercetări teoretice şi experimentale asupra încălzirii contactelor electrice.*

Fiind o continuare a comunicărilor din 1958 şi 1959 lucrarea prezintă o serie de date experimentale unificate prin calcul cu formula propusă anterior privind comportarea contactelor de forma: vîrf-plan ; linie-plan ; plan-plan, la curenţi nominali curenţi de suprasarcină şi la curenţi de scurtcircuit.

6. Sef lucrări Gh. Tunsoiu: *Reglarea electrozilor cuptoarelor electrice cu arc cu amplificatoare magnetice.*

Se analizează din punct de vedere al comportării dinamice schemele de reglare automată a electrozilor cuptoarelor cu arc şi se stabilesc funcţiile de transfer a sistemelor de reglare cu amplidină şi a celor cu amplificatoare magnetice. În urma unor consideraţii tehnico-economice (ilustrate cu o serie de calcule numerice) se ajunge la concluzia că este indicată introducerea în industria noastră siderurgică a sistemelor de reglare automată a electrozilor cuptoarelor cu arc cu amplificatoare magnetice.

7. Conf. Constantin Apetrei, candidat în ştiinţe tehnice: *Comportarea maşinilor sincrone excitate în curent alternativ de joasă frecvenţă.*

Se analizează o schemă de excitaţie în curent alternativ de joasă frecvenţă prin comparaţie cu cele utilizate în curent continuu. Apoi se discută o serie de noi aspecte constructive şi funcţionale privind introducerea acestei noi scheme de excitaţie la maşina sincronă.

8. Conf. Petre Sonea: *Contribuţii la reglarea automată a generatoarelor pentru autovehicule.* Se examinează posibilităţile de reglare a tensiunii şi curentului cu dispozitive amplificatoare a sistemului de măsură şi se precizează avantajele ce decurg din cele prezentate.

9. Conf. Alexandru Timotin, candidat în ştiinţe tehnice: *Asupra deducerii expresiei forţei lui Laplace.*

Autorul arată că expresia cunoscută a forţei care se exercită în cîmpul magnetic din vid asupra unui element de circuit filiform parcurs de curent denumită „forţa Laplace" poate fi dedusă din considerente pur mecanice relative la acţiunile ponderomotoare exercitate asupra buclei de curent fără a folosi raţionamente de tip energetic.

10. Conf. Alexandru Fransua, candidat în ştiinţe tehnice: *Studii privind instalaţiile de comandă a motoarelor asincrone de acţionare a troliului de foraj.*

După analiza schemelor de comandă a motoarelor asincrone utilizate în prezent la acţionarea troliului de foraj se propune o schemă nouă. Schema prezintă pe lîngă o serie de avantaje şi o mare siguranţă în exploatare datorită lipsei oricăror contacte şi relee.

11. Sef lucrări Gh. Cosmin: *Inducţiile optime şi raporturile dimensionale economice la electromagneţii de curent alternativ.*

După ce se analizează şi se stabilesc parametrii caracteristici principali pentru dimensionarea electromagneţilor, se preconizează o metodă de calcul pentru determinarea valorilor lor optime din punct de vedere economic. Exemplificarea metodei este făcută pe tipul de electromagnet cu răspîndire largă în aparatajul de joasă tensiune, precizîndu-se inducţiile, raporturile dimensionale optime şi economiile care rezultă din aplicarea acestora.

12. Şef Lucrări Constantin Bălă: candidat în ştiinţe tehnice: *Problema comutaţiei la maşinile de curent alternativ cu colector.*

Se prezintă o analiză a metodelor clasice de îmbunătăţire a comutaţiei şi se studiază un nou procedeu de ameliorare a comutaţiei la maşinile electrice de curent alternativ cu colector.

13. Asist. Valeriu Panaite: *Generalizarea formulelor de calcul la electromagneţii monofazaţi.*

Se face un studiu analitic al electromagneţilor monofazaţi de diferite tipuri. Luîndu-se în considerare efectul spirei în scurt circuit se ajunge la formulele generale privind componentele, constantă şi variabilă, a forţei de atracţie, forţa minimă, pulsaţia forţei şi defazajul optim valabile atît pentru electromagneţi de tip E cît şi pentru electromagneţi de tip U.

Ing. **A. Carubulea**

Documentare

CZ 538 *Electromagnetism*

Sisteme cu trei, patru, cinci unităţi şi metoda mărimilor. [După I. Fischer; Arch. Elektrotehn. **45** (1960) 225—232.]

Pentru deducerea mărimilor electromagnetice din mărimi primitive există două posibilităţi după cum numărul acestor mărimi se consideră arbitrar eligibil sau metodologic deductibil din condiţii necesare şi suficiente. La alegerea arbitrară a numărului de mărimi s-a ajuns plecînd de la sistemele de unităţi. Era un timp cînd se credea că toate unităţile electromagnetice se pot deduce sub formă de produse de puteri din unităţile absolute fundamentale cgs. Cu timpul s-a ajuns la sisteme cu patru, cinci, şi mai multe unităţi după cum s-au considerat tot atîtea mărimi primitive ca necesare.

Concepţia despre mărimi fizice consideră că numărul mărimilor primitive, care nu mai trebuie să fie definite, se poate deduce în mod necesar şi suficient din consideraţii logice [Arch. Elektrotechn. **45** (1960) 78 — 88, ref. Studii şi Cercetări de Energetică (1960)]. Din studiul atent al literaturii ştiinţifice reiese că autorii clasici au fost de părere că unităţile electrice se pot deduce din cele trei unităţi fundamentale ale mecanicii.

Astfel, în sistemul cgs electrostatic unitatea de rezistenţă este identică cu cea a vitezei, iar a capacităţii cu cea a lungimii, ceea ce nu mai corespunde cu concepţiile noastre despre natura mărimilor electromagnetice. Dar în acel timp ecuaţiile fizicei se considerau în general ecuaţii între valori, iar concepţia despre mărimile fizice a fost fondată abia în 1922 de către Wallot.

Astfel, se explică de ce permetivitatea şi permeabilitatea s-au considerat în trecut valori numerice pe cînd după concepţia de mărimi, ele fiind coeficienţi în legi empirice nu pot avea decît caracterul de mărimi.

Autorul constată că la definirea unităţilor din experienţe fizice intervine o libertate în alegerea formulei care exprimă relaţiile între mărimile fizice, evident din cauza că legile naturale stabilesc numai proporţionalităţi şi nu ecuaţii. În funcţie de ecuaţiile respective rezultă definiţii diferite pentru unităţi. Or, aceste unităţi sînt de fapt mărimi alese în mod conştient şi convenabil. De aici rezultă că definiţia unor mărimi electromagnetice cum este acea a curentului diferă după cum el se consideră într-un sistem cu trei sau cu patru unităţi.

Între mărimile caracterizînd acelaşi fenomen fizic în diferite sisteme de unităţi există o corespondenţă dar nu o egalitate. Aceasta se poate însă stabili dacă se calculează după regulile metodei mărimilor, singura care permite efectuarea de calcule strict valabile. Astfel, unei anume manifestări fizice îi corespunde o singură mărime, iar raportul dintre mărimi din sisteme diferite devine un număr fără dimensiune, ceea ce este de dorit de toţi cei care judecă fenomenele dintr-un punct de vedere „realist".

Este vorba deci de încă un exemplu care confirmă că oamenii de ştiinţă în cercetările naturii se apropie fără să vrea de concepţia materialist-realistă.

A. A.

Determinarea energiei unui cîmp magnetic plan prin reprezentarea lui pe un cîmp de curenţi electrici. [După F. Stier. Arch. Elektrotechn. **45** (1960) 5, 343—346, 3 fig.]

Ecuaţiile vectoriale ale unui cîmp potenţial magnetic şi electric fiind identic se încearcă reprezentarea unui cîmp magnetic plan $\boldsymbol{H}$ pe un cîmp de densităţi ale curenţilor de conducţie $\boldsymbol{G}$. În original cîmpul magnetic trece prin aer ($\mu = \mu_0$), iar frontierele sînt din fier ($\mu = \infty$). În imaginea electrică cîmpul densităţii se desfăşoară în foi metalice subţiri, de dimensiuni similare, avînd rezistivitatea ρ, frontierele fiind din aer ($\rho = \infty$).

În acelaşi timp pe baza relaţiilor $\boldsymbol{B} = \mu\boldsymbol{H}$ şi $\boldsymbol{E} = \rho\boldsymbol{G}$ se stabileşte o corespondentă şi între cîmpurile $\boldsymbol{B}$ şi $\boldsymbol{E}$.

Pe baza exemplului unui autotransformator cu bobinaj de grosime neglijabilă se stabilesc corespondenţele dintre mărimile cîmpului magnetic şi cele ale cîmpului de curenţi într-o placă avînd forma ferestrei autotransformatorului. Ţinînd seama de corespondenţa dintre condiţiile pe frontiere în original şi imagine rezultă o reprezentare ortogonală, în sensul că liniile de forţă ale cîmpului magnetic corespund cu liniile echipotenţiale ale cîmpului de curenţi şi viceversa. Se calculează constanta de transformare a mărimilor de cîmp. Sensul de rotaţie de la componenta cîmpului magnetic la cea a cîmpului densităţilor de curenţi trebuie să rămînă aceeaşi. Energia cîmpului magnetic original se stabileşte din teorema lui Green şi se calculează corespondenţa cu energia electrică a cîmpului de curenţi care este egală cu cea comunicată de către sursa modelului electric.

La o extensiune remarcabilă a acestor modelări se ajunge dacă înfăşurarea se consideră avînd grosime atît în original cît şi în model. Cîmpul magnetic este în această regiune solenoidal. Dacă în model curentul va intra în placă perpendicular pe planul ei şi cu o densitate constantă pe toată suprafaţa ocupată de imaginea secţiunii înfăşurărilor, atunci pentru densitatea de curent în restul cîmpului este valabilă o ecuaţie de tip Poisson, ca şi pentru cîmpul magnetic în fereastră. Constanta de transformare este aceeaşi ca în cazul anterior. Atît în secţunile bobinelor cît şi în fereastră, în original şi în model liniile echipotenţiale ale cîmpului densităţii de curent se suprapun peste liniile de forţă ale cîmpului magnetic în original. Energia magnetică nu se mai poate calcula din teorema lui Green, ci numai din relaţia de corespondenţă cu energia electrică introdusă, aceasta fiind considerată cu valorile ei măsurate.

Nu se dau amănunte referitor la realizarea unor astfel de modele nici la experienţe efectuate. Astfel nu este clar cum se fac măsurătorile cîmpului de curenţi în tolă şi din ce metal este mai favorabil a se confecţiona tola.

Importanţa lucrării rezidă în posibilitatea de a reprezenta cîmpul magnetic solenoidal staţionar în fereastră, cu ajutorul unui cîmp de curenţi. Lucrarea este pasibilă de extensiuni şi interpretări interesante şi poate avea aplicaţii utile în studiul cîmpului magnetic al transformatoarelor.

A. A.

621.3.042 *Circuite magnetice*

CZ 621.3.042.2 :621.44.073.44

Studiul actual al evoluţiei tablelor laminate la rece cu orientare magnetică. [După J. Müller: Maschinenwelt u. Electrotechn. **15** (1960) 7, 251—254, 3 diagr. 2 tab.]

Introducerea tablei laminate la rece a dus nu numai la reducerea dimensiunilor şi greutăţii transformatoarelor dar şi la economicitate în exlpoatare. Aceste table au fost mult perfecţionate în ultimii ani. La grosimea 0,33 mm materialul are rezistenţa 43 $\mu\Omega/cm^3$, un factor de împachetare 0,97 şi conţinutul de Si 3%. Îmbătrînirea după 600 h la 100°C şi $B = 130$ kGs este nulă. Ambele părţi ale tablelor sînt acoperite cu un strat izolant rezistent pînă la 300°C. Pînă la un unghi de înclinare (Schrägungs winkel) de circa 10° proprietăţile magnetice diminuează insensibil, slăbirea atingînd un maxim la 60°, şi scăzînd din nou pînă la circa 90° (perpendicular pe direcţia laminării). Acest fapt are importanţă în locul de trecere de la coloanele la jugul miezului magnetic, o măsură adecvată fiind mărirea secţiunii jugului mai ales la un miez cu cinci coloane pentru un transformator trifazat. Din tabele se constată o rămînere în urmă a tablelor laminate la cald faţă de cele laminate de rece în ce priveşte proprietăţile magnetice. În unele condiţii trebuie preferate tablele laminate la cald. Tablă laminată la rece, cu proprietăţi atît de valoroase, este foarte greu de prelucrat. De aceea în transformator nu pot fi regăsite valorile curbelor caracteristice a tablelor chiar dacă în calcul au fost incluse adausurile necesare care pentru obţinerea unor rezultate bune trebuie mult mărite. Acest dezavantaj este însă neînsemnat faţă de avantajele aduse de utilizarea tablelor laminate la rece. Trebuie limitate tăieturile şi găurile tablelor. De aceea pentru transformatoarele mici se preferă miezurile bobinate,

iar pentru acele mari, miezurile în manta. După prelucrare materialul este supus unui tratament termic în atmosferă protectoare pentru regenerarea proprietăţilor iniţiale. Gazul protector este azotul amestecat cu cîteva procente de hidrogen. Miezurile mici pot de asemenea să fie supuse acestui tratament. Se pare că se poate obţine o micşorare cu cîteva procente a pierderilor printr-o magnetizare cu curent continuu în timpul tratamentului termic. Acest procedeu pare însă complicat şi nu s-a introdus în practică. Transformatoarele mici şi cele de măsură, la care este necesar un consum cît mai mic la mers în gol, se execută cu table orientate, căci măsura obişnuită a micşorării saturaţiei ar aduce alte dezavantaje. La transformatoarele normale de distribuţie se recomandă să nu se mărească prea mult saturaţia fierului căci economiile obţinute prin folosirea tablei speciale sînt atît de însemnate, încît nu mai este necesară exagerarea saturaţiei. Aceleaşi condiţii se aplică şi în cazul transformatoarelor mari. Tablele laminate la rece cu grosimea 0,47 mm se utilizează la maşini şi au la $f = 50$ Hz următoarele valori:

$B = 10$ kGs	$V_{10} = 1{,}87$	VA/kg = 3,9
$B = 13$ kGs	$V_{13} = 3{,}08$	VA/kg = 11
$B = 15$ kGs	$V_{15} = 4{,}18$	VA/kg = 33

măsurate tot pe epruvete Epstein.

A.S.

CZ 621.3.042.2 :621.944.073.42

Studiul actual al evoluţiei tablelor normale de dinam laminate la cald. [După J. Müller: Maschinenwelt u Electrotechn. **15** (1960) 10, 422–425, 8 diagr. 4 tab.]

Tablele laminate la cald se fabrică în grosimile 0,35; 0,4; 0,45; 0,5; 0,55 şi 0,63 mm. Ele sînt izolate cu kaolit de 0,013 mm cu o rezistenţă de 1 000 Ω/6,45 cm², la o presiune de 45 kg/6,45 cm². Această izolaţie este foarte aderentă şi rezistă la toate prelucrările, chiar la o temperatură pînă la 800°C.

Aceste table pot fi acoperite şi cu lac negru gros de 0,0065 mm pe fiecare parte, care nu este însă aşa de rezistent. Pentru tablele de 0,35 mm se prezintă trei calităţi cu $V_{10} = 0{,}94$; 1,1; 1,5. Se constată din diagrame că la o saturaţie $B = 14$ kGs se produce un schimb al puterii magnetizante necesare, care creşte pentru tabla cu pierderi mai mici şi scade pentru tabla cu pierderi mai mari. Această particularitate poate avea importanţă pentru proiectarea unui transformator sau a unei maşini. Întrucît însă această particularitate a fost determinată pe epruvete Epstein, se recomandă o cercetare pe miezuri finite. Tabla de 0,5 mm este izolată identic. Cele trei tipuri prezentate aci au $V_{10} = 1{,}85$; 2,5; 3,35. Şi la această dimensiune se remarcă o variaţie a puterii magnetizante necesare de la o saturaţie mai mare ($B = 12 - 13$ kGs) puterea magnetizantă creşte la tabelele cu pierderi mai mici şi rămîne mai redusă pentru tablele cu pierderi mai mari. Din tablele mai groase (0,47 şi 0,63 mm) se livrează şi un sortiment care, din cauza unei prelucrări suplimentare prezintă un necesar mai mic la mersul în gol.

A.S.

621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.13.–752 :628.517.2

Zgomotele electromotoarelor. Producerea şi înlăturarea lor. [După E. W. Miesner: Maschinenwelt u. Elektrotechn. **15** (1960) 10,417 – 421, 12 fig., 7 ref.]

Un motor devine sursă de perturbaţii acustice pentru că sub acţiunea forţelor periodice, piesele sale execută mişcări periodice, transmisia aerului prin suprafaţa sa interioară şi a fundaţiei şi solului prin tălpi. Un motor este considerat silenţios cînd zgomotul produs de el se află cu mai mult de 10 foni sub nivelul zgomotului camerei. Zgomotele maşinilor electrice sînt de origină mecanică sau electromagnetică. La motoarele cu rotor în colivie producerea zgomotului se află în corelaţie strînsă cu raportul numărului de crestături din stator şi rotor. Zgomotele electromagnetice sînt de trei feluri: *1*) Zgomotul de magnetizare pur, datorit pulsaţiei rapide a fluxului magnetic. Sinosoida cîmpului fiind distorsionată de distribuţia înfăşurării statorice a motoarelor de inducţie sau de crestarea tobelor statorului şi rotorului, se produc armonicele care dau zgomotele. Un motor cu rotor masiv ar avea o curbă a cîmpului lipsită de armonice. *2*) La anumite numere impare de crestături ale rotorului se produc în stator sau rotor aromonice ale căror numere de perechi de poli diferă cu 1; de aci se nasc zdruncinături rotative care pun rotorul în oscilaţii de încovoiere în cazul unei dezechilibrări, ceea ce produce zgomote. *3*) Efectul sincron al armonicelor se manifestă la anumite rapoarte ale numerelor crestăturilor cînd pentru o anumită turaţie, ambele armonice de cîmp (stator şi rotor) au aceeaşi viteză (sincronism). Efectul sincron este maxim cînd numărul crestăturilor rotorului diferă cu numărul polilor de numărul crestăturilor statorului. Se poate ajunge între armonicele înfăşurărilor statorului şi rotorului la momente asincrone suplimentare, care la pornire produc un „urlet".

Zgomotul magnetic nu influenţează comportarea în exploatarea sau durata de viaţă a motorului. Vibraţiile pot fi înlăturate prin alegerea rapoartelor de numere la crestături pentru care nu se produc forţe suplimentare cu acţiune radială, precum şi printr-o construcţie rigidizată. Momentele asincrone ale armonicelor sînt periculoase pentru că la o turaţie diferită de cea normală motorul se poate opri. Trebuie de asemenea verificat dacă la pornire nu se produc momente sincrone suplimentare. Pentru o repartiţie cît mai aproape de sinusoidă a cîmpului, trebuie prevăzute cît mai multe crestături pe poli şi fază. Pentru o folosire raţională a materialului electromotoarele normale lucrează azi la limita saturaţiei, ceea ce dă naştere la zgomote de magnetizare. Aceste saturaţii trebuie micşorate la maşinile silenţioase. La o serie normală bine dimensionată tipurile silenţioase vor prezenta totdeauna o utilizare mai slabă a materialului. Motorul merge liniştit dacă rotorul este exact şi echilibrat. Tobele statorului şi rotorului trebuie să fie bine presate. Sînt necesare lagăre de fricţiune. Dacă un motor merge liniştit în gol, nu este sigur că şi în sarcină va funcţiona liniştit, dacă însă porneşte liniştit se va comporta astfel şi în sarcină.

A.S.

Prevenirea pagubelor la maşinile electrice. [După H. Eisner, Elektr. Z–3, **12** (1960) 17, 410–413.]

Cu ocazia congresului societăţilor de asigurare germane (secţia maşini şi instalaţii) s-au dezbătut pe larg cauzele deteriorării maşinilor precum şi mijloacele de a le preveni. Faţă de creşterea rapidă a unităţilor din centrale etc. şi de reducerea concomitentă a personalului de deservire şi supraveghere, au devenit necesare şcoli, care să pună la curent pe maiştri cu ultimele inovaţii din acest domeniu.

Sînt tratate metodele moderne (maşini electronice) pentru stabilirea curenţilor şi puterilor de scurtcircuit al unui sistem oarecare precum şi mijloacele de prevenire a deteriorărilor în instalaţii.

Apoi supratensiunile cu diferitele lor cauze se combat prin dispozitivele moderne de scurgere la pămînt, cum ar fi paratonerii-valvă sau cei tubulari la staţii, respectiv paratonerii de maşini pentru protecţia generatoarelor. Se fac recomandări, pentru cele mai preferabile dispozitive de protecţie la maşinile electrice în cazul scurtcircuitelor între spire, între bobinaj şi carcasă, la rotor etc. Un rol important în producerea întreruperilor îl joacă apoi slăbirea legăturilor între părţile componente ale maşinilor. Coroziunea printre care la paliere, slăbirea şuruburilor, loviri etc., pot duce la deteriorarea completă a maşinilor.

Se insistă apoi asupra multiplelor posibilităţi de pătrundere a celor mai diferite corpuri străine în maşinile rotative cum şi asupra mijloacelor de prevenire.

Autorul încheie prin indicarea mijloacelor moderne pentru descoperirea cu ajutorul înregistrării sunetelor (cu microfon şi bandă de magnetofon) a diferitelor anomalii din maşinile aflate în rotaţie.

G.C.

621. 352 ***Pile electrice***

CZ 621.352 (047.1)

Progrese în domeniul surselor de curent galvanice. [După I. Euler, Elektrotechn. Z.—B. **12** (1960), 19 462 — 467 şi 12 (1960) 20, 487—489.]

Faţă de importanţa, pe care o au bateriile în tehnica măsurătorilor, în gospodărie şi în industrie, autorul arată progresele realizate în acest domeniu. După descrierea elementului Léclanche cu pastă urmează elementele cu hîrtie impregnată în loc de pastă, care suportă curenţi de scurtcircuit mai ridicaţi, supraîncărcări mai îndelungate şi au avantajul unor dimensiuni mai reduse. Se arată apoi curbe de descărcare la diferite sarcini ale elementului „Perplex" cu o capacitate deosebit de ridicată. În două diagrame care urmează se indică spre comparaţie preţul pe kWh şi capacitatea specifică (pe cm^3) a 5 diferite surse galvanice: acumulatoare alcaline etanşe pile alcaline cu oxid de mercur etc. După ce se discută evoluţia construcţiei la pilele alcaline, se indică avantajele acestora, ca valoarea constantă a tensiunii în timpul descărcării, desfăşurarea mai favorabilă a fenomenelor de difuziune etc. Se descrie apoi pila alcalină „Eveready", care prin însuşirile ei (tensiune constantă şi capacitatea ridicată) creează noi posibilităţi de utilizare.

Urmează evoluţia din ultimul timp a elementelor galvanice. Două tabele arată diferiţi indici ai unor oxizi de metal respectiv ai unor compuşi organici servind ca electrozi pozitivi. Se indică apoi noi depolarizanţi anorganici, care conţin metale în valenţe neobişnuit de ridicate ($MnPO_4$ sau $Ba\ FeO_4$). Pentru electrozii negativi s-au încercat în ultimul timp metale rare ca germaniu şi molibden, care dau de exemplu 4 respectiv 6 echivalenţi electrochimici/mol faţă de 2 în cazul zincului.

Elementele, în care depolarizantul îl constituie oxigenul din aer pot fi cu electroliţi alcalini (leşie de sodiu sau potasiu), obţinîndu-se capacităţi de 5 000 Ah/elemente sau cu electroliţi din soluţii de săruri. Pentru ambele categorii se dau exemple practice precum şi detalii tehnologice.

G.C.

696.6 ***Instalaţii electrice***

CZ 696.6 : 621.316.311

Materiale noi pentru instalaţii electrice. [După A. Herhahm; Elektrot. Z—B. **12** (1960) 6, 128—129.]

Sugestiile în domeniul progreselor instalaţiilor au fost date aproape exclusiv de către producătorii de materiale electrice, care, datorită noilor izolaţii sau noilor procedee tehnologice, au putut să obţină pentru instalaţiile electrice mai multă siguranţă, comoditate şi ciştig de timp la montaj, precum şi o mai uşoară adaptare la condiţiile arhitectonice. În general masele plastice înlocuiesc metalul, acolo unde este vorba de tuburi, doze, sau de piese constructive. Urmează amănunte privind sistemele de montaj al conductelor în clădiri de locuit şi în hale industriale. Este descris apoi un nou diblu din material plastic, care serveşte atît la tuburi cît şi la aparate şi care nu permite scurgeri în zidărie. Pentru montarea aparentă a tuburilor se utilizează şi piese de fixare tot din material plastic.

Distribuţia se face cu automate de 6—25 A, care se pot înşira cîte 7 buc. într-un rînd pe tablouri de 200 mm lăţime. Este descrisă montarea pe şine izolante a diferitelor aparate din instalaţiile industriale, cofretele conţinînd contoare precum şi aparatele dinainte şi de după contoare, toate avînd un capac comun cu geam de sticlă, prin care se poate face citirea.

Pentru şantierele de construcţii se utilizează în mod obligatoriu cofrete capsulate din tablă, la care sînt accesibile doar prizele de lumină şi cele de forţă.

Articolul încheie prin descrierea ultimelor sisteme de întreruptoare de lumină care sînt aproape exclusiv de tip oscilant sau basculant — şi a fişelor de racord cu un al treilea contact de producţie (de punere la pămînt).

G. C.

Recenzii

Acad. prof. ing. I. S. GHEORGHIU: **Maşini electrice** (Probleme) vol. I. Editura tehnică — Bucureşti — 1960.

Cu apariţia celor două volume tratînd teoria maşinilor electrice (vol. I—Maşini de curent continuu, transformatorul şi vol. II — Maşina asincronă) ale acad. prof. I. S. Gheorghiu s-a completat un gol care exista în literatura noastră tehnică. Aşteptăm ca cele două volume să fie continuate cu tratarea şi a celorlalte tipuri principale de maşini electrice.

Este însă cunoscut că asimilarea cunoştiinţelor în domeniul tehnicii în general şi poate şi mai mult în domeniul maşinilor electrice, numai pe calea tratatelor teoretice nu dă rezultatele scontate. Acesta este dealtfel şi motivul pentru care în institutele de învăţămînt superior, cursul de teoria maşinilor electrice este totdeauna dublat de un curs de proiectare, precum şi de elaborarea unor proiecte concrete. Proiectul reprezintă una din problemele practice importante care se cere să fie rezolvate în practica curentă. Dar în practica curentă intervine destul de des încă o serie întreagă de probleme în legătură cu utilizarea maşinilor electrice, cu exploatarea şi întreţinerea lor, cu reparaţiile curente, precum şi adesea cu modificări ale caracteristicilor lor.

Lucrarea acad. prof. ing. I. S. Gheorghiu reprezintă un prim volum care tratează o serie de probleme în legătură cu maşinile de curent continuu şi cu transformatoarele.

De la început este necesar să arătăm că titlul acestei lucrări este nepotrivit, deoarece face impresia că este vorba de o carte didactică. Lucrarea nu este însă nici pe departe un manual didactic. În lucrare sînt soluţionate concret, o întreagă serie de probleme care intervin în practică. Un titlu mai potrivit ar fi: „Probleme practice de exploatarea şi calculul maşinilor electrice".

La asimilarea cunoştinţelor în domeniul maşinilor electrice s-au constatat două dificultăţi:

— abordarea problemelor în domeniul maşinilor electrice pe calea exclusiv teoretică pornind de la general la particular, nu dă în general rezultate bune nepermiţînd totdeauna o aprofundare a proceselor fizice;

— tratarea unor probleme particulare pe calea unor exemple concrete numerice, nu poate duce la rezultate fericite, deoarece crează numai impresia unei asimilări a chestiunii, însă nu permite formarea acelui spirit creator şi cu putere de generalizare, atît de necesar unui inginer.

Prin modul de alcătuire al lucrării acesteia, autorul a căutat să înlăture aceste dificultăţi. Pentru aceasta autorul a triat din ansamblul de probe extrem de numeroase şi variate, care intervin în domeniul maşinilor electrice, pe cele mai reprezentative şi anume pe cele care se ivesc în practică şi legate nemijlocit de teorie, funcţionarea şi proiectarea maşinilor electrice. Chiar autorul acestor rînduri a avut cazuri în practică unde a avut nevoie de a depune o muncă deosebită şi migăloasă pentru a soluţiona unele probleme, care azi îşi au soluţia în cartea de probleme a Acad. prof. ing. I. S. Gheorghiu. Astfel, de exemplu, a fost cazul unor generatoare serie de c.c. pentru încărcat acumulatoare de tip special, cu un pol pus la pămînt, care trebuiau să aibă polul pozitiv la o anumită bornă. Maşinile aveau bobinajul indus ars. A trebuit multă muncă şi diferite rebobinări, care au dus la soluţionare prin adoptarea unui anumit bobinaj indus. Pe vremea aceea nu exista în literatură o lucrare potrivită, care să ajute la rezolvarea acestei probleme. În lucrarea de faţă, cazul este tratat de autor la pag. 28, unde se analizează rebobinarea unei maşini de c.c. cu înfăşurarea indusului arsă. O problemă care iarăşi poate să apară în exploatare

şi care se referă la alt tip de bobinaj este tratată la pag. 46, unde autorul scoate în relief necesitatea care apare în practică, de a folosi înfăşurări speciale, cu secţie oarbă, sau conductor de completare.

Lucrarea are un număr de 481 pagini şi cuprinde două părţi : „Maşini de curent continuu" cu 241 pagini şi „Transformatorul" cu 240 pagini. Partea întîi are 9 capitole : I. Înfăşurarea indusului maşinii de curent continuu ; II. Circuitul magnetic al maşinii de curent continuu ; III. Reacţia indusului la maşina de curent continuu ; IV. Comutaţia maşinii de curent continuu ; V. Caracteristicile maşinilor de curent continuu ; VI. Încercările maşinilor de curent continuu ; VII. Mersul în paralel al maşinilor de curent continuu ;VIII. Regimurile tranzitorii la maşinile de curent continuu ; IX. Elemente de proiectare (de calcul) pentru maşina de curent continuu.

Partea a doua are 6 capitole numerotate în continuare : X. Funcţionarea transformatoarelor în sarcină simetrică ; XI. Funcţionarea transformatoarelor, în sarcină nesimetrică ; XII. Încercările transformatoarelor ; XIII. Mersul în paralel al transformatoarelor ; XIV. Regimul tranzitoriu al transformatoarelor. XV. Elemente de calcul (proiectare) pentru transformatoare.

Lucrarea mai conţine 28 anexe plasate la sfîrşitul lucrării, în care practicianul poate găsi tot felul de date utile ca de exemplu : curbe şi tabele de magnetizare pentru diferite calităţi de tolă şi alte materiale magnetice ; valori recomandate pentru randamentul maşinii de curent continuu ; tabele pentru conductoare dreptunghiulare din cupru ; distanţele de izolaţie la transformatoare în ulei etc.

Chestiunile tratate de acad. prof. I. S. Gheorghiu îmbrăţişează cele trei domenii ale maşinilor electrice ; partea teoretică legată de funcţionarea maşinii, partea experimentală legată de încercările acestor maşini şi partea de proiectare. Aceste trei părţi se întrepătrund armonios în lucrare. Pentru partea experimentală s-au prevăzut la maşina de curent continuu, capitolele V, VI, iar pentru transformator cap. XII ; pentru elementele de proiectare la maşina de curent continuu capitolul IX, iar la transformator capitolul XV.

În capitolul IX autorul tratează pe 32 pagini atît teoretic cît şi numeric proiectarea unei maşini de curent continuu de 500 kW, 480 şi 375 rot/min, iar la capitolul XV se tratează în acelaşi mod pe 33 de pagini proiectarea unui transformator de 100 kVA, 6 000 $\pm$ 5 %/230 V, Yy_0 — 12 cu răcire naturală în ulei.

Tratarea acestor două exemple de calcul este foarte utilă proiectanţilor de maşini de c.c. şi transformatoare, precum şi studenţilor din facultăţile de specialitate.

Dintre problemele tratate la maşina de curent continuu, trebuie scos în relief ca deosebit de important şi util, acele probleme care se referă la comutaţie şi care prin subtilitatea lor scapă înţelegerii în profunzime, nu numai studienţilor, dar şi practicienilor cu experienţă. Ca exemplu de probleme tratate se menţionează cele corespunzătoare trasării curentului de comutaţie $i = f(\tau_l)$ şi a curenţilor i_1, i_2, J, tensiunilor e_1 şi e_2 şi densităţilor j_1 şi j_2 la o maşină de curent continuu tetrapolară de 88 kW şi 220 V cu înfăşurare buclată, viteza colectorului fiind 10 m/sec. Familiarizîndu-se cu astfel de probleme concrete de comutaţie, practicianul va putea aprofunda fenomenul de comutaţie. De asemenea autorul nu pierde ocazia de a rezolva eventualele deficienţe ce pot apărea la fabricarea maşinilor electrice cum ar fi lipituri neîngrijite ale înfăşurării indusului la lamelele colectorului, pentru a arăta ce efecte neplăcute pot crea acestea în funcţionarea maşinii, cum se face în problema VII—14 la capitolul mersului în paralel al maşinilor de curent continuu.

Din partea a doua a lucrării trebuie scos în relief problema funcţionării transformatoarelor cu sarcină nesimetrică. Modul elegant şi simplu, în care se tratează aceste probleme va putea ajuta pe practicieni ca să soluţioneze absolut orice situaţie de asemenea natură, care se va ivi în exploatare şi a căror importantă este foarte mare, mai ales în cazul scurtcircuitelor nesimetrice. Din cele 6 probleme atacate de autor, 3 sînt probleme de scurtcircuit nesimetric, aşa cum se întîmplă cel mai frecvent în practică. Tot în acest capitol la pag. 333 se tratează cazul practic al influenţei încărcării unui cuptor monofazat asupra nesimetriilor unei reţele trifazate.

Tot ca o soluţie interesantă relevăm tratarea problemei determinării reactanţelor parţiale de scăpări a unui sistem de două bobine montate ambele pe cele două coloane ale unui miez de fier.

De reliefat este şi faptul că în toate problemele tratate valorile numerice folosite sînt luate din practica curentă, reprezentînd parametrii uzuali ai maşinilor electrice (inducţii, densităţi de curent etc.) ceea ce face ca cititorul să se familiarizeze cu aceste valori.

Prin natura problemelor expuse, prin dispunerea gradată în ce priveşte complexitatea lor, lucrarea acad. prof. ing. I. S. Gheorghiu este indispensabilă inginerilor proiectanţi din fabricile de maşini electrice, inginerilor din exploatările care folosesc maşini electrice de curent continuu şi transformatoare. De asemenea cartea este utilă studenţilor de la institutele politehnice în vederea elaborări proiectelor de maşini de curent continuu sau de transformatoare, sau acelor studenţi care vor să aprofundeze teoria şi practica maşinilor electrice.

Nu putem încheia fără a arăta că felul în care Editura Tehnică a reuşit să editeze această lucrare este lăudabil, atît ca tehnoredactare cît şi ca prezentare grafică . Greşeli sînt puţine şi o erată pusă la finele lucrării corectează şi această lipsă.

Volumul I de probleme pentru maşini electrice al acad. prof. ing. I.S. Gheorghiu apărut în Editura Tehnică (1960) completează cele două volume de teoria maşinilor electrice elaborate de acelaşi autor şi apărute în Editura Ministerului Învăţămîntului şi umple un gol în literatura tehnică romînească.

Ing. **V. Bunea**

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ŞT. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele. Editor : Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia şi Administraţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica, nr. 3. Telefon 14.15.95 — 14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît şi privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30. Preţul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor ASIT, precum şi la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publicaţiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin Bucureşti. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică Nr. 2. — c. 5335

MŰSZAKI EGYETEM 1885

"Elektrim"

vă propune:

Condensatoare statice

pentru ameliorarea factorului de putere cos φ a instalațiilor lucrînd la frecvența industrială.

Execuție de interior

Economie considerabilă de energie electrică în instalațiile de distribuție și de recepție

Ușurință în utilizare

Execuție cu materiale de cea mai bună calitate

PROSPECTE ȘI CATALOAGE LA CERERE

Exportator exclusiv:

SOCIETATEA POLONEZĂ CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ PENTRU COMERȚUL EXTERIOR DE ECHIPAMENT ELECTROTEHNIC

"Elektrim"

VARȘOVIA 2, CZACKIEGO 15/17, POLONIA
TELEFON 6-62-71; TELEX: 10415
TELEGRAME: ***Elektrim*** – VARȘOVIA
CUTIA POȘTALĂ 254

SOMMAIRE

CD 621.312 :621.396.6.002.3

Lăzăroiu F. : **Technologie des circuits imprimés et leur utilisation dans l'industrie électrotechnique**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 37—49

L'auteur présente les principaux procédés technologiques concernant la réalisation des circuits imprimés, en insistant spécialement sur la méthode de la corrosion. Il met en évidence certains détails des procédés que l'on commence à utiliser dans notre pays et indique les domaines d'application de cette technologie, avec ses avantages techniques et économiques, aussi bien pour le domaine des courants faibles que pour celui des courants forts.

CD 621.316.5.066.6.002.3

Fugaru C., Barbu I. : **Technologie des contacts électriques plaqués**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 50—58

Afin d'améliorer la qualité des appareils de commutation à basse tension, il est nécessaire d'utiliser les plus modernes procédés technologiques pour leur fabrication. On a élaboré la technologie de fabrication des contacts électriques plaqués.

Les auteurs exposent les méthodes de préparation des alliages, le placage par laminage à chaud des contacts, le placage électrochimique et le placage par soudure à molettes. Ces procédés assurent une grande productivité du travail et une bonne qualité. Les contacts obtenus ainsi ont une grande dureté Brinell ($H_B = 90$ kp/mm^2).

CD 621.316.57.067.1

Mathé S., Mathé B. : **Calcul, construction et expérimentation des dispositifs de commande pneumatique des interrupteurs**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 58—64

Les avantages présentés par les dispositifs de commande pneumatique des interrupteurs de haute tension durant leur fonctionnement ont contribué grandement à l'utilisation fréquente, ces derniers temps, de ce genre de dispositifs, aussi bien dans notre pays qu'à l'étranger. Les auteurs montrent comment ils ont choisi le type du dispositif pneumatique destiné aux réseaux à moyenne tension (6, 10, 15 et 35 kV). Ils fournissent également les résultats de leurs études théoriques et expérimentales entreprises à l'usine „Electroputere" de Craiova, concernant les dispositifs pneumatiques de commande. Le résultat de ces recherches est un dispositif de construction nouvelle, à performances supérieures.

CD 621.34 :621.26

NOTES

Seracin E. : **Considérations sur la commande électrique des presses mécaniques à volant**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 64—68

L'article présente une étude basée sur des déterminations expérimentales et concernant le fonctionnement d'une presse mécanique dans le cas d'un régime de travail à chocs. On indique l'allure de la courbe de variation du couple résistant, celle du couple à l'arbre du moteur et les méthodes ayant servi à l'obtention desdites courbes.

CD 621.317.7.085.4

Ponner I. : **Concernant la prédétermination de l'échelle des appareils électromagnétiques de mesure**

Electrotehnica 9 (1961) 2, 68—70

L'auteur expose une méthode simplifiée, destiné à la prédétermination de l'échelle des appareils électromagnétiques de mesure, à partir du relèvement expérimental de la courbe du couple actif et celui de la droite du couple résistant, en fonction de l'angle de rotation et du courant circulant à travers la bobine de l'appareil.

CHRONIQUE, 70—71

DOCUMENTATION, 72—77

COMPTES-RENDUS, 77—78

TITLURI DOCUMENTARE

621.315.6 MATERIALE IZOLANTE. IZOLATOARE

CZ 621.315.624.4 : 621.315.612.6

Nicolaiev, N. A., Andruhina, T. D., Vecely, V. A., Diakivski, S. I.

Izolatoare suspendate din sticlă călită pentru regiuni cu precipitaţii conductoare. Electricestvo **81** (1960) 10, 68.

CZ 621.315.611 : 537.572

Kucinski, G. S., Tapupere, O. O. :

Inregistrarea caracteristicilor de ionizare ale izolaţiei. Electricestvo **81** (1960) 11, 42—48.

CZ 621.315.612.6 : 677.521

Kakolewski, M. :

Firele de sticlă ca material electroizolant. Przegl. Elektrotechn. **36** (1960) 9, 359—364.

CZ 621.315.615.2 : 621.315.21

Brinkmann, P., Beyer, M.

Despre uscarea şi degazarea sub vid înaintat a uleiurilor techn. Z. ed. A. **81** (1960) 20/21, 741—744.

CZ 621.315.625.001.4 : 621.315.145

Hilgarth, G. :

Incercări asupra lanţurilor triple de suspensie pentru conductoare în fascicule. Elektrotechn. Z. ed. A. **81** (1960) 20/21, 749—754.

621.316.5 APARATAJ

CZ 621.316.57.021

Eidel, L. Z. :

Un aparat pentru măsurarea curentului rezidual în întreruptoare. Electricestvo **81** (1960) 20, 48—50.

621.316.9 PROTECTIE

CZ 621.316.57.014.32 : 36

Klier, J. :

Fenomenele tranzitorii la anclanşarea unui scurtcircuit rapid. Elektrotechn. Obz. **49** (1960) 11, 605—608.

CZ 621.316.923.1

Novotný, B. :

O teorie a siguranţelor limitatoare. Elektrotechn. Obz. **49** (1960) 11, 600—604.

CZ 621.316.923.9

Brückner, P., Keders, T. :

Cuplajul selectiv de durate extrem de scurte cu limitatoare de I_s (curentul maxim asimetric de scurtcircuit). Elektrotechn. Z. ed. A. **81** (1960) 20—21, 744—749.

CZ 621.316.925.45

Synal, B. :

Determinarea parametrilor diagramei circulare a impedanţei elementelor de alimentare din releele de distanţă. Przegl Elektrotechn. **36** (1960) 10, 419—423.

621.317 TEHNICA MĂSURILOR ELECTRICE

CZ 621.317.33 : 621.319.4 : 537.311.3.

V. Beek, L. K. H., Booy, J. :

Condensator de măsură pentru măsurarea conductanţelor. Materialprüf. **2** (1960) 9, 352.

621.317.7 APARATE DE MĂSURĂ

CZ 621.317.333.8 : 621.314.045

Sokoovski, S. A., Sovgenev, P. P. :

Un nou instrument pentru cercetarea proceselor de impuls în înfăşurări. Electricestvo **81** (1960) 10, 56—59.

CZ 621.317.7.089.6 : 621.317.725.015.3

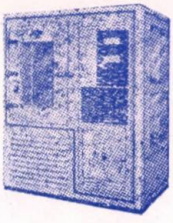
Fischer, E. :

O instalaţie de etalonare a instrumentelor pentru măsurarea impulsurilor de tensiune şi precizia voltmetrului de vîrf cu reîncărcare automată. VDI-Z **102** (1960) 26, 1 246.

CZ 621.317.311 : 621.314.57.021

Savastano, G. :

Transformatoarele de măsură pentru curent continuu. Elettrotecnica **47** (1960) 9, 630—642.



Măsurări precise ale umidităţii aerului şi materialelor
Determinări climatice
Măsurări fizice speciale cu apreciatele aparate **„Feutron"**
Electro—termo—higrometru
Electro—termo—higrograf
Instalaţie electrică pentru măsurarea rapidă a umidităţii, cu funcţionare la reţea sau cu baterie
Instalaţii de măsurare a umidităţii
Dulapuri electrotermice
Camere pentru determinări climatice
Higrostate
Aparate de încercare a materialelor

Vă rugăm cereţi ofertele noastre

DEUTSCHE EXPORT- UND IMPORT-GESELLSCHAFT
FEINMECHANIK/OPTIK GmbH, BERLIN C 2
SCHICKLERSTR. 7
Republica Democrată Germană

Feutron
Karl Weiss KG Greiz
FABRIK ELEKTRO-PHYSIKAL GERÄTE

Tîrgul din Hanovra prezintă concomitent ofertele mai multor tîrguri concentrate în acelaşi spaţiu. În timp ce tîrgul general de mostre anterior era divizat într-o serie de tîrguri de specialitate, care aveau loc la date diferite, în prezent Hanovra, ţinînd pas cu necesităţile economiei mondiale moderne, a dezvoltat un nou tip de „tîrg industrial". Principiul de organizare constă într-o diviziune riguroasă pe ramuri de specialitate cu excluderea pavilioanelor naţionale.

Tîrgul industrial de mostre german HANOVRA

30 APRILIE — 9 MAI 1961

Procurați-vă cu încredere RADIORECEPTORUL S 601 A *Junior*

Trei game de undă

3 + 1 tuburi electronice din seria „NOVAL"

Comutator de unde original, cu claviatură

Sensibil, selectiv, reproducere sonoră perfectă

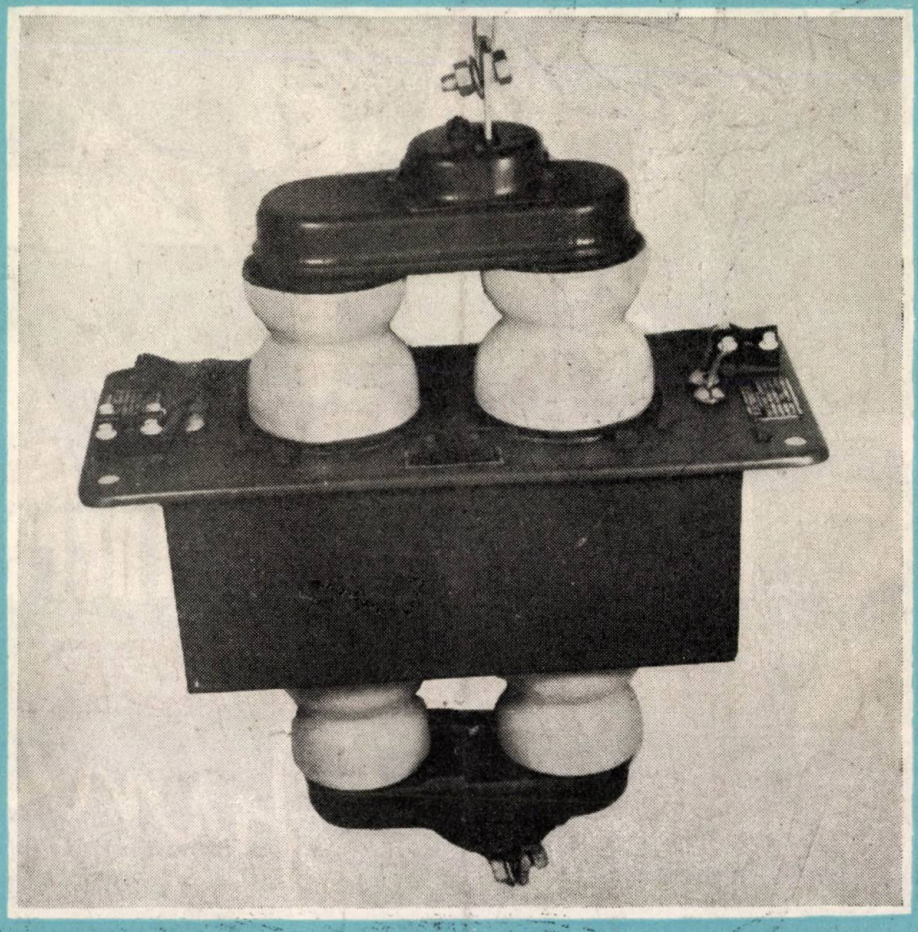
Casetă elegantă, cu ornamentații din material plastic

Electronica

ÎNTREPRINDERE INDUSTRIALĂ DE STAT PENTRU PIESE ȘI APARATE DE RADIO, TELEVIZOARE ȘI ELECTRONICĂ INDUSTRIALĂ

București, str. Baicului nr. 82, raionul 1 Mai

Telefon: 121940 – 121946 – 121949



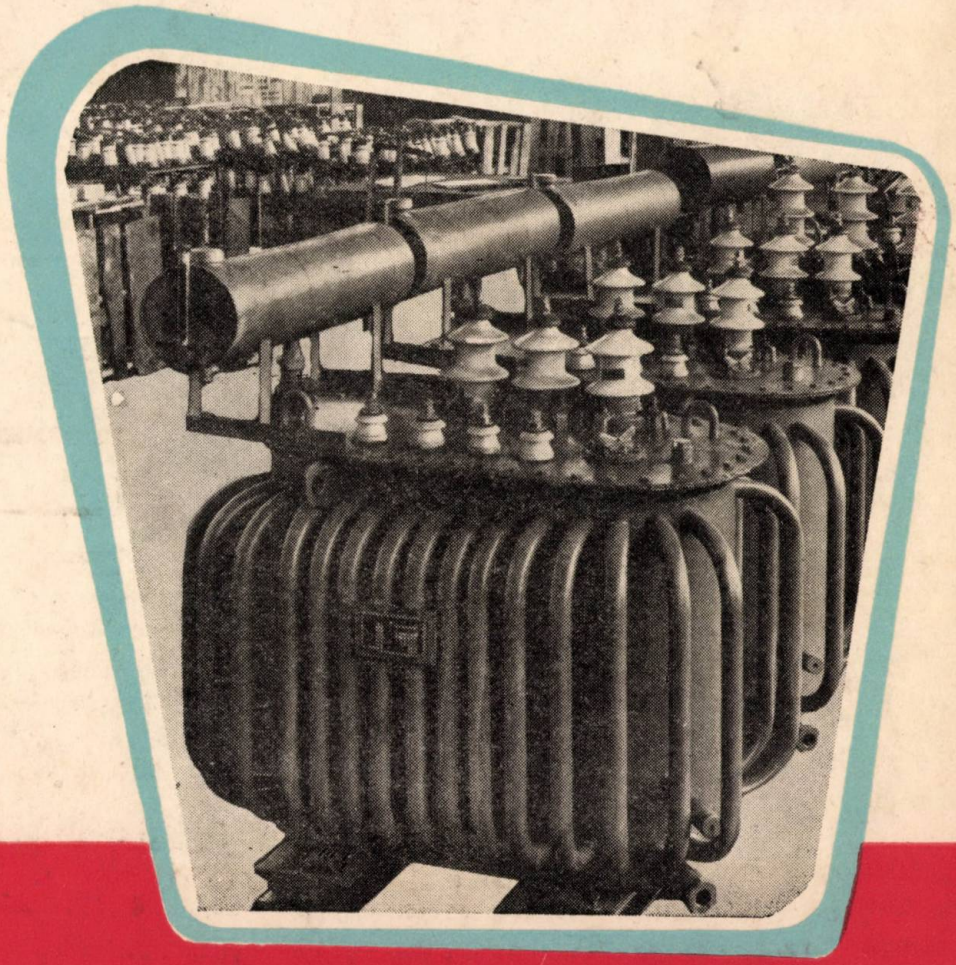
E 2040

R

REFERALVA

KAT

ELECTROTEHNICA



3

Electrotehnica — București ★ Anul 9 ★ nr. 3 ★ p. 77—112 ★ martie 1961

O realizare cu desăvîrşire nouă a industriei radiotehnice româneşti

COMBINA MUZICALĂ S 606 A

Electronica

Audiţie de calitate
Aspect elegant
Preţ convenabil

CUPRINDE:

- *un sistem acustic complex format din 5 difuzoare*
- *un amplificator de audiofrecvenţă cu calităţi superioare*
- *un radioreceptor de lux tip „Enescu"*
- *un magnetofon cu două viteze*
- *un picup semiautomat*
- *filtru de separaţie a frecvenţelor*
- *filtru de rejecţie*
- *registru de ton*
- *fonotecă, discotecă şi bar*

Permite redarea în condiţii optime a discurilor, benzilor de magnetofon şi programelor recepţionate prin radio, precum şi înregistrarea pe bandă de magnetofon a vocii naturale, a discurilor sau a programelor radiodifuzate

Electronica

ÎNTREPRINDERE INDUSTRIALĂ DE STAT PENTRU PIESE ŞI APARATE DE RADIO, TELEVIZOARE ŞI ELECTRONICĂ INDUSTRIALĂ

Bucureşti, str. Baicului nr. 82, Raionul 1 Mai

Telefon: 12 19 40 — 12 19 46 — 12 19 49

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 3 martie 1961

CUPRINS

CZ 537.525.72 : 621.3.015.33

Dragu Gh. : **Procedeul de măsurare a vitezei de formare a figurilor klidonografice**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 77–85

Se descrie un procedeu de măsurare a vitezei de formare a figurilor klidonografice. Rezultatele obținute contribuie la adîncirea interpretării fizice a fenomenelor care au loc la formarea acestor figuri.

CZ. 621.34 :621.316.718.5

Damsker D., Weinrich G., Landau I.D., Brana C. : **Caracteristicile tehnice ale blocurilor de reglare automată cu tranzistoare pentru acționări electrice**

Electrotehnica **9** (1961)3, 85–96

Se prezintă caracteristicile tehnice ale unor blocuri tip de reglare automată cu tranzistoare construite la ICET, concepute pentru a fi utilizate la acționări indiferent de puterea și felul motorului și de parametrii care se reglează automat (turația, cuplul, accelerația, poziția etc.). Utilizarea acestor blocuri simplifică munca de proiectare a sistemelor automate utilizînd mașini electrice, reduce timpul de punere în funcțiune a instalațiilor automate și conduce la sisteme cu performanțe ridicate. Ele pot fi utilizate în cazul acționărilor la mașini-unelte, laminoare, furnale, mașini de extracție, linii de ciment, utilaje din industria hîrtiei și maselor plastice, precum și reglări la agregate energetice.

CZ 621.355.21 : 621.312(498)

Kaszoni F., Nițescu Gh. : **Unele probleme ale calității acumulatoarelor electrice de plumb**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 97–101

Se prezintă noile realizări în domeniul acumulatoarelor electrice cu plumb. Se expun modificările constructive și procedeele tehnologice noi introduse în fabricația bateriilor de acumulatoare. Se arată realizările industriei noastre de acumulatoare și se recomandă măsurile tehnologice ce trebuie luate pentru a îmbunătăți calitatea bateriilor noastre și a le aduce la nivelul cerințelor tehnicii actuale.

NOTE

CZ 621.313.322.011.3

Potolea E : **O metodă pentru determinarea simultană a reactanțelor sincrone ale mașinilor cu poli aparenți**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 102–106

Se folosește caracteristica externă a mașinii sincrone pentru cos $\varphi = 1$ și se determină cu ajutorul unei construcții grafice atît reactanța longitudinală cît și reactanța transversală. Datorită faptului că cele două reactanțe sînt determinate simultan, pe aceeași construcție grafică, există posibilitatea verificării rezultatelor obținute și a măririi preciziei lor.

CRONICA, 107
DOCUMENTARE, 108–111
RECENZII, 111–112

CONTENTS

DC 537.525.72 : 621.3.015.33

Dragu Gh. : **A method of measuring the formation velocity of klydonographic figures**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 77–85

A method is described of measuring the formation velocity of klydonographic figures. The results obtained contribute to a better understanding of the physical phenomena connected with the formation of such figures.

DC 621.34 ; 621.316.718.5

Damsker D., Weinrich G., Landau I., Brana C. : **The technical characteristics of transistorised automatic regulating blocks designed for electric drives**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 85–96

The technical characteristics are presented of transistorised automatic regulating blocks built at the ICET, intended for several drive systems irrespective of power, type of motors and the automatically adjustable parameters (speed, torque, acceleration, position, etc.). The employment of such blocks facilitates the designing of automatic systems using electric devices, reduces the time requisite for setting in motion automatic equipment and provides for high performance systems. Their possible uses cover the areas of machine tools, rolling, mills, furnaces, extraction machines, cement lines, paper and plastics industry as well as power aggregates.

DC 621.355.21 : 621.312 (498)

Kaszoni F., Nițescu Gh. : **Some problems concerning the quality of electric lead accumulators**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 97–100

This paper presents some new achievements in the field of lead electric accumulators. Constructive modifications and newly introduced technological features are described. The achievements of our accumulator building industry are pointed out as well as the technological measures requisite for improving the quality of our batteries according to the latest requirements of technics.

NOTES

DC 621.313.322.011.3

Potolea E. : **A method for the simultaneous determination of synchronous reactances in machines with apparent poles**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 102–106

The external characteristic of the synchronous machine, at cos $\varphi = 1$, is being used and both longitudinal and transversal reactances determined by means of a graphic construction. The two reactances being determined simultaneously on the same graphic construction, it is possible to check the results obtained and to increase their accuracy.

CHRONICLE, 107

DOCUMENTATION, 108–111

REVIEWS, 111–112

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 537.525.72 : 621.3.015.33

Dragu Gh.: **Способ измерения скорости образования клидонографических фигур**

Electrotehnica **9** (1961) 3,77–85

Описывается способ измерения скорости образования клидонографических фигур. Полученные результаты содействуют углублению физического истолкования явлений, имеющих место при образовании этих фигур.

ДК 621.34 : 621.316.718.5

Damsker D., Weinrich G., Landau I., Irana C.: **Технические характеристики блоков автоматического регулирования с транзисторами для электроприводов, сконструированных в И Ч.Е.Т.**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 85–96

Представлены технические характеристики некоторых типовых блоков автоматического регулирования с транзисторами, сконструированных в И. Ч. Е. Т., предназначенные для использования к приводам, независимо от мощности и типа мотора и от автоматически регулируемых параметров (числа оборотов, момента, ускорения, положения и т.д.). Использование этих блоков упрощает проектирование автоматических систем, использующих электродвигатели, сокращает время пуска автоматических установок и ведет к повышению показателей. Их можно использовать в случае привода для станков, прокатных станов, доменных печей, шахтных подъемных машин цементных линий, оборудования бумажной и пластмассовой промышленности, а также и для регулирования энергетических агрегатов.

ДК 621.355.21 : 62.312(498)

Kaszoni F., Niţescu Gh.: **Некоторые вопросы качества электрических свинцовых аккумуляторов**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 97–101

Представлены новые достижения в области электрических свинцовых аккумуляторов. Представлены конструктивные изменения и новые технологические процессы, применяемые в производстве аккумуляторных батарей. Показываются достижения нашей аккумуляторной промышленности и рекомендуются технологические меры, которые необходимо предпринять для улучшения качества румынских батарей и их поднятия до уровня требований современной техники.

ЗАМЕТКИ

ДК 621.313.422.011.3

Potolea E.: **Метод для одновременного определения синхронных реактивностей машин с видимыми полюсами**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 102–106

Используется внешняя характеристика синхронной величины, для $\cos \varphi = 1$ и определяется при помощи графического построения как продольная, так и поперечная реактивность. Благодаря тому, что обе реактивности определяются одновременно, по тому же графику, имеется возможность проверки полученных результатов и увеличения их точности.

ХРОНИКА, 107

ДОКУМЕНТАЦИЯ, 108–111

РЕЦЕНЗИИ, 111–112

SOMMAIRE

CD 537.525.72 : 621.3.015.33

Dragu Gh. : **Un procédé de mesure de la vitesse de formation des figures klydonographiques**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 77—85

L'auteur décrit un procédé de mesure de la vitesse de formation des figures klydonographiques. Les résultats obtenus contribuent à l'approfondissement de l'interprétation physique des phénomènes ayant lieu durant la formation desdites figures.

CD 621.34 :621.316.718.5

Damsker D., Weinrich G., Landau I., Brana C : **Caractéristiques techniques des blocs de réglage automatique à transistors pour commandes électriques**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 85—96

On présente les caractéristiques techniques de certains blocs de réglage automatique réalisés à l'I.C.E.T. et destinés à être utilisés pour la commande électrique des moteurs, indifféremment de leur genre, de leur puissance et des paramètres réglés automatiquement (nombre de tours, couple, accélération, position etc.). L'utilisation de ces blocs simplifie le travail d'élaboration de projets des systèmes automatiques utilisant des machines électriques, réduit le temps de mise en fonction des installations automatiques et permet d'obtenir des systèmes à performances élevées. Les blocs peuvent être utilisés pour la commande des machines-outils, des laminoirs, des haut-fourneaux, des machines d'extraction, des lignes de fabrication du ciment, des outillages de l'industrie du papier et des matières plastiques, ainsi que pour le réglage des agrégats énergétiques.

CD 621.355.21 : 621.312 (498)

Kaszoni F., Niţescu Gh. : **Certains problèmes concernant la qualité des accumulateurs électriques au plomb**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 97—101

Les auteurs présentent de nouvelles réalisations dans le domaine des accumulateurs électriques au plomb. Ils exposent les modifications de construction et les nouveaux procédés technologiques utilisés pour la fabrication des batteries d'accumulateurs. On montre les réalisations de notre industrie d'accumulateurs et on fait des recommandations concernant les mesures qu'on doit prendre afin d'améliorer la qualité de nos batteries et de la porter au niveau des exigences de la technique actuelle.

NOTES

CD 621.313. 322.011.3

Pololea E. : **Une méthode de détermination simultanée des réactances synchrones des machines à pôles apparents**

Electrotehnicb **9** (1961) 3, 102—105

On utilise la caractéristique externe de la machine synchrone, pour cos $\varphi = 1$, et on détermine la réactance longitudinale et transversale à l'aide d'une construction graphique. Les deux réactances étant déterminées simultanément sur une même construction graphique, il est possible de vérifier les résultats obtenus et d'accroître leur précision.

CHRONIQUE, 107

DOCUMENTATION, 108—111

COMPTES—RENDUS, 111—112

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 3 București, martie 1961

Procedeul de măsurare a vitezei de formare a figurilor klidonografice

Gheorghe Dragu* — București

CZ 537.525.72 : 621.3.015.33

Klidonograful, un aparat relativ simplu pentru explorarea descărcărilor electrice, se perfecționează continuu pentru a servi la înregistrarea și clarificarea undelor de supratensiune pe linii electrice și în laboratoare. Lucrarea prezentă este o contribuție la cunoașterea relațiilor dintre figurile klidonografice și undele de impuls.

Klidonograful este un aparat puțin costisitor cu care se pot înregistra tensiunile de șoc. În mod practic se poate stabili cu acest aparat mărimea și polaritatea supratensiunilor care apar în diferite puncte ale unei rețele electrice de înaltă și foarte înaltă tensiune, datorită proceselor de comutare, scurtcircuite etc., sau din cauza descărcărilor atmosferice [1].

În U.R.S.S. se utilizează astăzi în mod frecvent conectarea de klidonografe pe liniile și în stațiile de înaltă și foarte înaltă tensiune, cu ajutorul cărora se obțin date prețioase cu privire la supratensiunile care apar la locurile de conectare [2].

Prin conectarea klidonografelor la rezistențe ohmice dimensionate corespunzător, se măsoară de asemenea, curenții care intervin în procesele generatoare de supratensiuni [3].

Într-un articol precedent s-au descris figurile care apar în klidonograf la o tensiune de șoc, datorită fenomenelor de alunecare a particulelor electrice pe suprafața dielectricului, precum și variația mărimii acestor figuri în ambele polarități în funcție de amplitudinea și panta frunții tensiunii de șoc. În acel articol s-au dat și unele explicații teoretice în legătură cu formarea figurilor [1].

În articolul de față se tratează un procedeu de măsurare a vitezei de formare a acestor figuri [4], procedeu care permite de asemenea și o adîncire a fenomenelor care concură la formarea figurilor.

* Dr. ing. *Gh. Dragu* este inginer proiectant șef la IPROMET.

Descrierea procedeului

Procedeul de măsurare a vitezei de formare a figurilor klidonografice se bazează pe tăierea undelor de tensiune de șoc la valori voite. Tăierea undei se poate obține cu un eclator cu electrozi sferici, dispoziția aparatajului făcîndu-se conform figurii 1. Din figură trebuie reținute următoarele elemente :

— linia L în care printr-o metodă oarecare se produce unda de tensiune ;

— rezistența $R = Z$, impedanța liniei pentru împiedicarea reflecției undei de tensiune la capătul liniei L ;

— eclatorul E pentru tăierea undei de tensiune ;

— klidonograful Kl pentru obținerea figurilor klidonografice ;

— oscilograful catodic O pentru controlul undelor de tensiune.

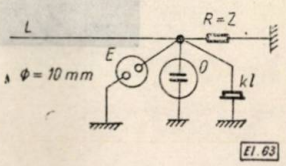


Fig. 1.

Eclatorul poate fi reglat ca să taie unda de tensiune în orice punct voit. Oscilograma obținută concomitent cu ajutorul oscilografului catodic, arată de fiecare dată locul de tăiere a undei de tensiune. Pentru ca eclatorul să aibă o întîrziere cît mai redusă la tăierea undei de tensiune și pentru ca la repetarea unei încercări, unda de tensiune să fie tăiată în același loc, trebuie ca acesta să fie curățit înaintea fiecărei experiențe cu hîrtie sticlată

şi apoi în timpul experienţei iluminat cu o lampă cu arc [4].

Măsurătorile se execută în modul arătat în figura 2.

La prima încercare se calibrează eclatorul astfel, încît unda de tensiune să fie tăiată în punctul A. În klidonograf se obţin figuri cu o rază medie r_1. (Se repetă încercarea de mai multe ori pentru obţinerea unei valori medii). La încercarea următoare se calibrează eclatorul astfel, încît unda de tensiune să fie tăiată în punctul B. Figura obţinută cu klidonograful are acum o rază r_2

Timpul dt scurs între punctele A şi B poate fi citit din oscilogramele obţinute concomitent cu figura, cu ajutorul oscilografului catodic. Din oscilograme poate fi de asemenea citită după o calibrare prealabilă şi creşterea de tensiune $dU = U_2 - U_1$.

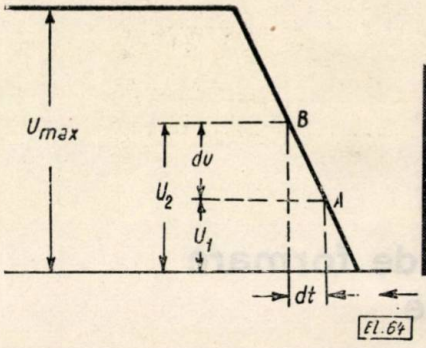


Fig. 2

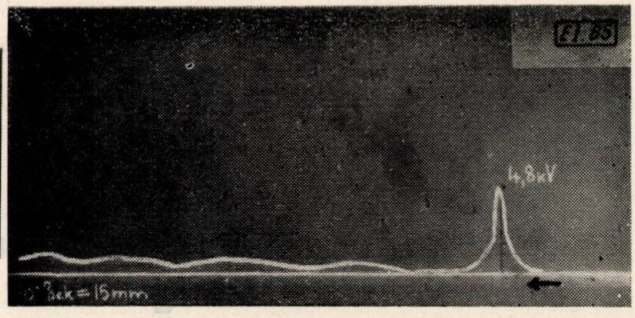


Fig. 3

Diferenţa $dr = r_2 - r_1$ dintre razele celor două figuri klidonografice reprezintă creşterea figurii în timpul dt. În consecinţă viteza de creştere a figurii va fi $v = \frac{dr}{dt}$. În afară de aceasta se poate calcula dependenţa vitezei de creştere a figurii klidonografice în funcţie de panta undei de tensiune $p = \frac{dU}{dt}$, dU şi dt putînd fi de asemenea citite din oscilograme.

Procedeul descris mai sus a fost utilizat de autor atît în cazul figurilor klidonografice pozitive, cît şi a celor negative, obţinîndu-se rezultatele din tabelele 1 şi 2. În figurile 3—6 se dau figuri klidonografice pozitive şi oscilogramele respective obţinute prin acest procedeu. Unda de tensiune are o amplitudine maximă de 14 kV şi o pantă iniţială a frunţii de 600 kV/μs. Ea a fost tăiată la 4,8; 9,5; 11,6 şi 13 kV. În figura 7 se redă unda de tensiune tăiată la 13,0 kV şi modul de calcul al timpilor dintre prima tăiere şi tăierile următoare de undă.

În figura 8 se dă o figură klidonografică negativă şi unda de tensiune corespunzătoare.

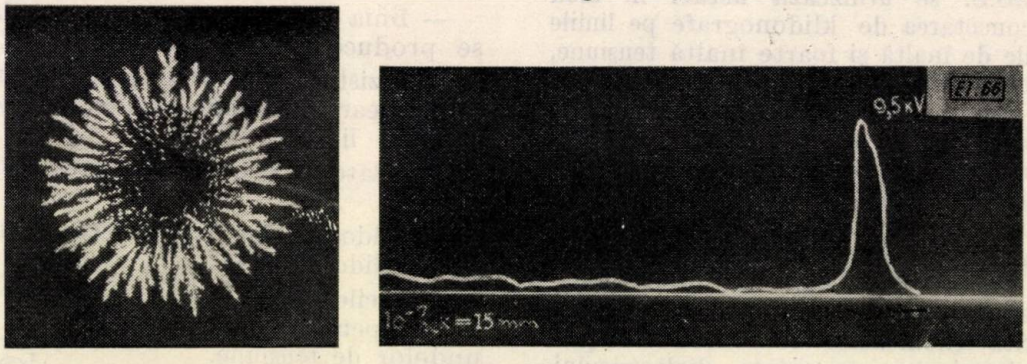


Fig. 4

Unda de tensiune a fost tăiată la 14 kV şi are o pantă iniţială a frunţii de 37 kV/μs.

Rezultate experimentale

Din rezultatele obţinute în tabela 1 pentru figurile klidonografice pozitive se deduce curba din figura 9 $v_+ = f\frac{dU}{dt}$, adică curba vitezei de creştere a razei figurilor în funcţie de panta

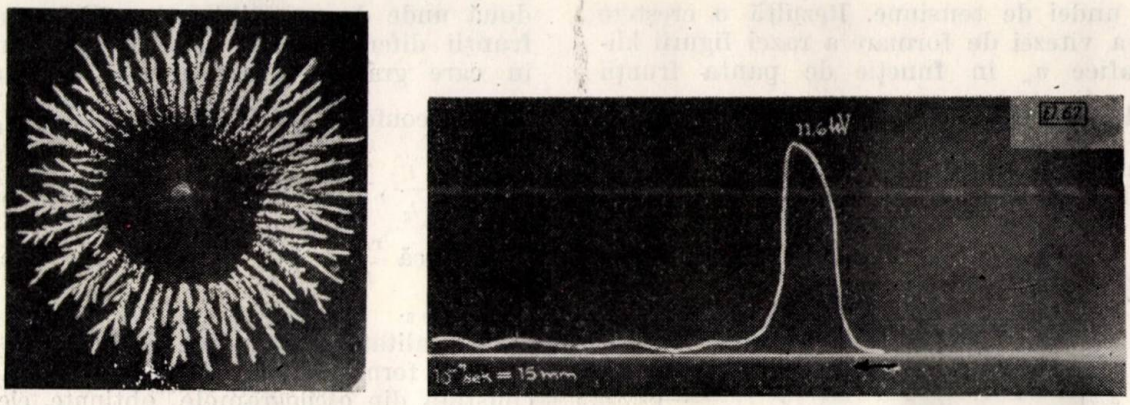


Fig. 5

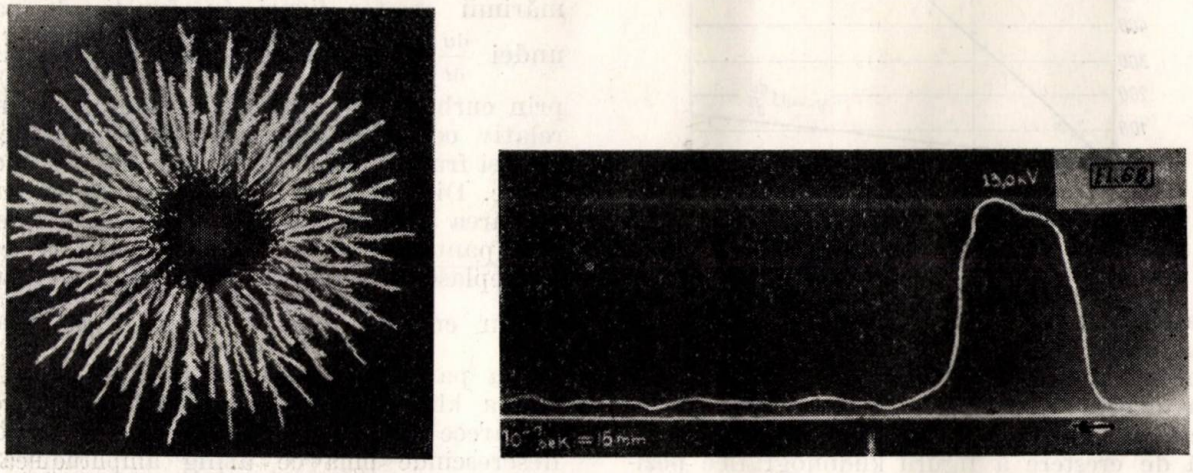


Fig. 6

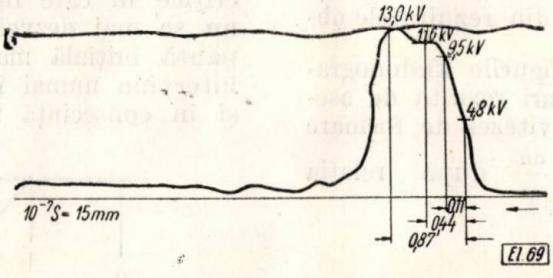


Fig. 7

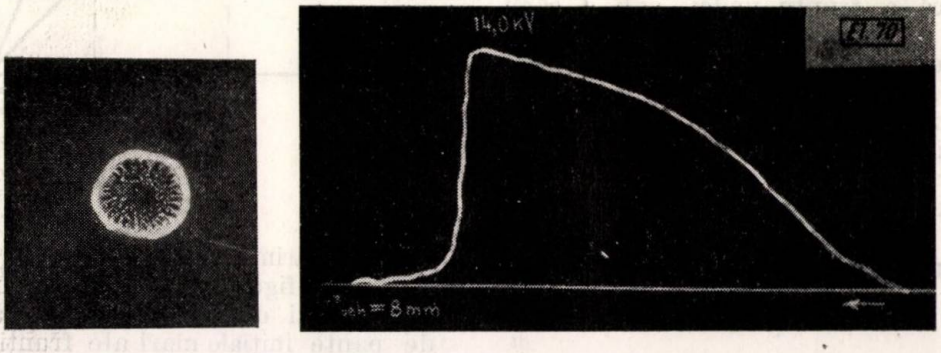


Fig. 8

frunții undei de tensiune. Rezultă o creștere liniară a vitezei de formare a razei figurii klidonografice v_+ în funcție de panta frunții undei de tensiune conform relației $v_+ = 3{,}75 \frac{dU}{dt}$.

Se mai constată din rezultate că în jurul unei pante de circa 10 kV/ μs, figura de polaritate pozitivă nu mai crește, indiferent de faptul dacă unda de tensiune a atins sau nu valoarea maximă.

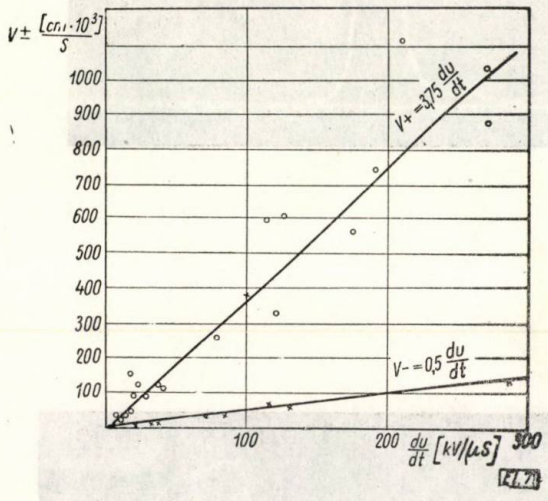


Fig. 9

La aceste valori ale pantei figura poate deveni de asemenea nesimetrică. Viteza maximă de creștere a figurii klidonografice pozitive obținută la o pantă a frunții de 274 kV/μs este de 1 040 km/s. În figura 9 este redată și curba $v_- = f \frac{du}{dt}$, dedusă din rezultatele obținute în tabela 2 pentru figurile klidonografice negative. La aceste figuri rezultă de asemenea, o creștere liniară a vitezei de formare a figurii v_- în funcție de $\frac{du}{dt}$ după relația $v_- = 0{,}5 \frac{du}{dt}$.

La figurile klidonografice negative spre deosebire de figurile pozitive nu s-a putut constata o pantă critică a frunții undei, sub a cărei valoare figura să nu mai crească. S-a constatat că în anumite condiții figura poate crește chiar în cazul în care unda de tensiune a atins valoarea maximă.

Viteza maximă de creștere a figurii klidonografice negative obținută la o pantă de 290 kV/μs este de 147 km/s.

Discuția rezultatelor

Din relația obținută experimental $v_+ = k \frac{du}{dt}$ rezultă că figurile klidonografice pozitive a două unde de aceeași tensiune și de pante ale frunții diferite trebuie să fie egale în cazul în care gradientul pantei este constant. În adevăr conform figurii 10, atunci cînd $S_1 = \frac{U}{t_1}$ și $S_2 = \frac{U}{t_2}$, prin faptul că $v_{+1} = \frac{r_{+1}}{t_1}$ și că $v_{+2} = \frac{r_{+2}}{t_2}$ rezultă că $\frac{r_{+1}}{t_1} = k \frac{U}{t_1}$ și $\frac{r_{+2}}{t_2} = k \frac{U}{t_2}$ de unde $r_{+1} = r_{+2}$.

În realitate însă undele de tensiune nu au această formă ideală, ci după cum se poate constata din oscilogramele obținute, ele ating tensiunea maximă prin pante ale frunții succesiv descrescînde.

Din rezultatele experimentale de variație a mărimii acestor figuri în funcție de panta undei $\frac{du}{dt}$ la o tensiune constantă, concretizată prin curbe [1], rezultă că în adevăr r_+ rămîne relativ constant pînă la un domeniu critic ale pantei frunții, de la care figura începe să scadă brusc. Din aceste curbe mai rezultă că cu cît valoarea tensiunii de șoc scade, cu atît domeniul pantei critice la care $r_\times$ începe să scadă, se deplasează spre valori mai mici ale pantei.

Din curba $v_+ = k \frac{du}{dt}$ (fig. 9) se observă că la pante de valori în jurul lui 10 kV/μs figura klidonografică pozitivă nu mai crește. Deoarece undele de tensiune au pante succesiv descrescînde pînă ce ating amplitudinea lor maximă, rezultă că în timpul creșterii undei survine la un moment dat domeniul pantei critice în care figura klidonografică pozitivă nu se mai dezvoltă. La undele de șoc cu o pantă inițială mare, domeniul pantei critice intervine numai în porțiunea finală a undei și în consecință fără o influență importantă

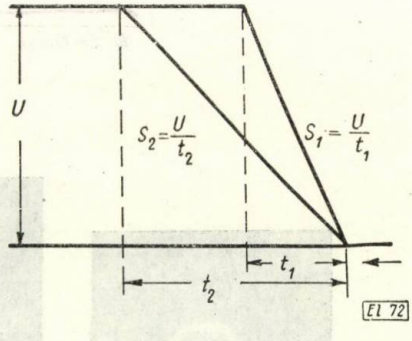


Fig. 10

asupra mărimii figurii. De aceea, conform experiențelor, figurile pozitive rămîn sensibil egale la tensiuni de șoc de aceeași amplitudine și de pante inițiale mari ale frunții, diferite. Cu cît undele de tensiune de aceeași amplitudine

Tabela 1

Procedeul de tăiere a undelor de tensiune de şoc. Figuri de polaritate pozitivă pe plăci de ebonit de 8 mm

Tensiunea tăiată la [kV]	$dU = U_2 - U_1$ [kV]	Timpul dt [$s.10^{-7}$]	Numărul de încercări	r (mediu) [mm]	Gradul de dispersie faţă de valoarea medie [%]	$dr = r_2 - r_1$ [mm]	p (panta) $\left[\frac{kV}{\mu s}\right]$	v (viteza) $\left[\frac{km}{s}\right]$	Obs.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Tensiune de şoc 14 kV									
Panta iniţială a undei 780 kV/μs									
5,0	—	—	3	4,0	±12,5	—	—	—	
10,2	5,2	0,19	9	23,8	5,7	19,8	274	1 040	
12,2	2,0	0,17	6	29,3	7,7	5,5	118	324	
13,4	1,2	1,0	6	31,3	8,8	2,0	12	20	
14,0	(netăiată)	—	9	32,4	8,1	—	—	—	
Panta iniţială a undei 600 kV/μs									
4,8	—	—	3	2,5	± 5,6	—	—	—	fig. 3
9,5	4,7	0,17	6	17,5	4,5	15,0	276	880	„ 4
11,6	2,1	0,27	6	24,5	3,1	7,0	78	260	„ 5
13,0	1,4	0,37	6	29,0	9,5	4,5	38	123	„ 6
14,0	1,0	0,72	5	31,0	9,7	2,0	14	28	
14,0	(netăiată)	—	10	31,2	10,4	—	—	—	
Panta iniţială a undei 400 kV/μs									
5,0	—	—	2	2,8	—	—	—	—	
7,9	2,9	0,15	6	14,0	± 3,6	11,2	193	746	
9,3	1,4	0,08	6	18,5	2,7	4,5	175	562	
12,2	2,9	0,77	6	27,0	1,9	8,5	38	110	
12,8	0,6	0,47	6	28,0	12,5	1,0	13	21	
14,0	(netăiată)	—	6	28,8	15,0	—	—	—	
Panta iniţială a undei 130 kV/μs									
5,0	—	—	3	4,0	±12,0	—	—	—	
7,9	2,9	0,23	9	18,0	8,3	14,0	126	610	
13,2	5,3	1,0	9	25,5	7,9	7,5	53	75	
14,0	(netăiată)	—	9	24,8	8,1	—	—	—	
Panta iniţială a undei 35 kV/μs									
4,8	—	—	9	7,5	±17,5	—	—	—	
7,1	2,3	0,85	9	15,0	13,0	7,5	27	88	
8,3	1,2	0,55	9	19,5	12,5	4,5	22	82	
9,9	1,6	1,15	6	18,1	24,2	—	14	—	
14,0	(netăiată)	—	14	18,7	14,6	—	—	—	
La această pantă apar întîmplător şi figuri nesimetrice									
Panta iniţială a undei 13 kV/μs									
4,6	—	—	3	8,5	±12,0	—	—	—	
6,2	1,6	2,0	4	13,3	9,8	4,8	8	24	
La tensiunea de 6,2 kV apar şi figuri nesimetrice.									
11,8 Figurile nesimetrice devin mai mari									
14,0 (netăiată) Figurile nesimetrice devin şi mai mari									
Figuri simetrice apar foarte rar la această tensiune									
Tensiune de şoc 7,25 kV									
4,6	—	—	4	8,0	±25,0	—	180	—	
5,7	1,1	0,1	4	14,0	7,2	6,0	110	600	
6,7	1,0	0,47	4	21,0	9,5	7,0	21	149	
Tensiune de şoc 5,0 kV									
3,2	—	—	4	6,5	±15,5	—	61,5	—	
4,2	1,0	0,43	4	11,8	2,3	5,3	23,0	124	

au pante ale frunții inițiale mai mici, cu atît domeniul pantei critice are o influență mai mare asupra mărimii figurii pozitive, care începe să scadă vizibil. Experiențele mai arată că domeniul pantei critice intervine după timpi, variind între 1,3—1,7 . 10^{-7} s de la apariția figurii.

Prin procedeul de tăiere a undelor de tensiune de șoc se poate explica și cauza gradelor de dispersie diferite ale mărimii figurilor klidonografice pozitive înregistrate și arătate în articolul precedent [1]. Gradul de dispersie a mărimii figurilor crește cu cît scade panta frunții undei de șoc. Dacă la pante ale frunții undei de 400—700 kV/μs gradul de dispersie este de circa ±10%, acesta crește pînă la circa ±30% la pante ale frunții undei de 1—10 kV/μs. Această creștere a gradului de dispersie a mărimii figurilor klidonografice pozitive în funcție de micșorarea pantei frunții undelor de tensiune de șoc își găsește explicația prin procedeul de tăiere a undelor de tensiune.

Din figura 11 se poate vedea că la undele de tensiune cu o pantă inițială mare a frunții, domeniul pantei critice de la care figura klidonografică poate să nu mai crească (porțiunea *C-D*) este procentual mic față de restul undei (porțiunea *A-C*). Acest procent crește cu cît undele de tensiune au o pantă inițială a frunții mai mică, (porțiunea C_1—D_1) față de porțiunea A_1— C_1.

Din rezultatele obținute prin procedeul de tăiere a undelor de tensiune de polaritate pozitivă se confirmă cele arătate mai sus (tabela 1). Cu o undă de tensiune de 14 kV și o pantă inițială a frunții de 600 kV/μs, tăiată la o pantă a frunții de 276 kV/μV după $0{,}85 \cdot 10^{-7}$ s față de momentul de apariție a figurii, s-a obținut o figură klidonografică pozitivă cu o dispersie a razei figurii de ± 4,5%. Dacă

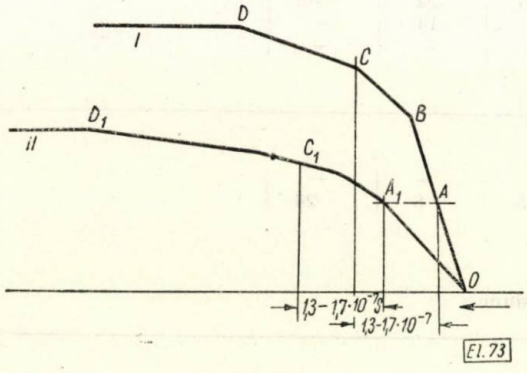


Fig. 11

tăierea s-a făcut după 1,53 . 10^{-7} s, la o pantă a frunții de 14 kV/μs, gradul de dispersie a figurii a crescut la ± 9,7%. După acest timp, unda de tensiune a atins valoarea maximă (14 kV) și figura klidonografică ajunge la r_{max} cu un grad de dispersie de ± 10,4%.

La o undă de tensiune de 14 kV și o pantă inițială mică de 35 kV/μs, s-a obținut la o tăiere a undei după 0,85 . 10^{-7} s de la apariția figurii klidonografice (panta frunții fiind de 27 kV/μs) o figură cu o dispersie a razei de ±13,0%. După 1,4 . 10^{-7} s, la o pantă a frunții de 22 kV/μs, amplitudinea undei fiind 8,3 kV, figura atinge mărimea ei maximă, gradul de dispersie fiind de ±12,5%. După alte 1,15 . 10^{-7} s, unda de tensiune atingînd o valoare de 9,9 kV și o pantă de 14 kV/μs, figura klidonografică nu mai crește, gradul de dispersie crescînd însă la ±24,2%. În sfîrșit dacă unda nu mai este tăiată, atingînd valoarea ei maximă de 14 kV, figura își păstrează aproximativ aceeași mărime, însă cu un grad de dispersie și mai ridicat decît precedentul. În acest domeniu mai pot apare și figuri asimetrice.

La undele de tensiune de polaritate negativă, la care de asemenea relația vitezei de creștere a figurilor $v_- = k_1 \frac{du}{dt}$ este valabilă și la care, spre deosebire de figurile pozitive, nu există un domeniu critic al pantei frunții undei, care să influențeze creșterea figurilor, nu se poate observa scăderea bruscă a mărimii figurilor în domeniile mici ale pantei (curbele din figura 7 din articolul precedent). Aceste rezultate sînt confirmate de rezultatele obținute cu procedeul tăierii undelor de tensiune prin care s-a dovedit creșterea figurilor klidonografice negative independent de panta frunții undei și de timpul scurs din momentul apariției figurii.

Din tabela 2 reiese că la o tensiune a undei de șoc de 14 kV și o pantă inițială a frunții undei de 37 kV/μs, figura klidonografică negativă crește după 1,52 . 10^{-7} s de la apariția figurii, panta undei frunții în acel moment fiind de 35 kV/μs și amplitudinea de 9,3 kV. După alte 1,45 . 10^{-7} s, la o pantă a frunții undei de 22 V/μs și o amplitudine de 12,5 kV și apoi după alte 1,63 . 10^{-7} s, la o pantă a frunții undei de 6,1 kV/μs și o amplitudine de 13,5 kV, figura crește în continuare chiar după atingerea valorii maxime de 14 kV.

În ceea ce privește gradul de dispersie a figurilor negative, aici nu se poate observa o creștere accentuată a acestuia în raport cu scăderea frunții undei, ca la figurile pozitive. În cazul de față gradul de dispersie a variat între ± 4,3 — 7,7%, valoarea de 4,3% obținîndu-se la o pantă mică a frunții undei de 6,1 kV/μs.

Considerații teoretice

Se reamintește din articolul precedent [1] că creșterea figurilor klidonografice de ambele polarități pe o placă izolantă în aer la presiunea atmosferică este condiționată de prezența unui cîmp electric radial de minimum 30 kV/cm,

Tabela 2

Procedeul de tăiere a undelor de tensiune de şoc. Figuri de polaritate negativă pe plăci de ebonit de 8 mm

Tensiune tăiată la [kV]	$dU = U_2 - U_1$ [kV]	Timpul dt [s.10^{-7}]	Numărul de încercări	r (mediu) (mm)	gradul de dispersie faţă de val. medie [%]	$dr = r_2 - r_1$ (mm)	p (panta) $\left[\frac{kV}{\mu s}\right]$	v (viteza) $\left[\frac{km}{\mu s}\right]$	Obs.
Tensiune de şoc 14 kV									
Panta iniţială a undei 290 kV/μs									
3,5	—	—	6	1,8	±14,0	—	—	—	
8,5	5,0	0,17	9	4,3	23,5	2,5	290	147	
13,7	5,2	0,62	9	6,5	7,4	2,2	84	35,5	
14,0	—	—	9	7,8	14,0	—	—	—	
14,0	(netăiată)	—	6	8,3	—	—	—	—	
Panta iniţială a undei 129 kV/μs									
2,2	—	—	6	1,25	±12,0	—	—	—	
5,3	3,1	0,24	6	2,75	9,1	1,5	129	62,5	
7,0	1,7	0,15	7	3,7	5,4	0,95	114	63,5	
13,0	6,0	0,82	9	6,8	3,3	3,1	73	38,0	
14,0	(netăiată)	—	9	7,7	3,3	—	—	—	
Panta iniţială a undei 37 kV/μs									
3,55	—	—	9	2,2	± 5,0	—	—	—	
6,3	2,75	0,67	9	3,0	7,7	1,2	41	18,0	
9,3	3,0	0,85	9	4,0	6,3	0,8	35	9,4	
12,5	3,2	1,45	9	5,0	5,0	1,0	22	6,9	
13,5	1,0	1,63	9	5,75	4,3	0,75	6,1	4,6	
14,0	—	—	9	7,1	12,5	—	—	—	fig. 8
14,0	(netăiată)		9	7,5	6,6	—	—	—	

care să permită o ionizare prin şoc. În cazul figurilor pozitive electronii se deplasează de la periferia plăcii spre polul pozitiv (vîrf), iar în cazul figurilor negative, de la vîrf spre periferia plăcii [3]. Ionii, care în timpul fenomenului stau practic pe loc, influenţează în general procesul numai prin încărcarea lor spaţială, modificînd cîmpul la suprafaţa plăcii izolante.

Prin procedeul tăierii undelor de şoc s-a putut dovedi o dependenţă liniară directă între viteza de creştere a figurilor ambelor polarităţi şi panta frunţii undei de tensiune. Cu cît această pantă este mai mare, cu atît creşte şi viteza de formare a figurii. Aşadar în cazul figurilor de polaritate pozitivă, creşterea bruscă a diferenţei de potenţial între cei doi electrozi (vîrf-placă) are ca urmare o deplasare a cîmpului electric, necesar ionizării prin şoc a electronilor, dinspre vîrful pozitiv spre periferia plăcii, viteza de deplasare a cîmpului depinzînd de panta undei, adică de gradul de mărime al raportului $\frac{du}{dt}$. Electronii rezultaţi din ionizarea prin şoc se deplasează spre vîrful pozitiv, în sens invers deplasării cîmpului, viteza de creştere a figurii fiind direct proporţională cu viteza de deplasare a cîmpului necesar ionizării prin şoc. Acesta mai suferă o deformare favorabilă dezvoltării figurii prin încărcarea spaţială a ionilor, care din cauza ordinului de mărime a vitezei cu care se desfăşoară fenomenul (10^{-7} s), rămîn pe loc, măresc cîmpul la periferia figurii şi-l micşorează la centrul ei şi în afară de aceasta mai favorizează formarea de ramuri bine definite în figură. Încărcările spaţiale ale ionilor pozitivi sub forma unor avalanşe, pe lîngă că favorizează ionizările prin şoc ale electronilor la periferia figurii, dar mai ecranează şi spaţiul dintre două avalanşe prin încărcările lor pozitive de ambele părţi ale acestui spaţiu, care rămîne astfel impropriu unei ionizări prin şoc. Ca urmare ionizările prin şoc au loc pe canale bine definite pe care se deplasează electronii dinspre periferia plăcii spre vîrful pozitiv.

Cînd timpul scurs de la apariţia figurii depăşeşte $1{,}3-1{,}7 \cdot 10^{-7}$ s panta frunţii undei de şoc devine mai lină şi nu mai asigură o deplasare destul de rapidă a unui cîmp suficient pentru o ionizare prin şoc a electronilor în toate direcţiile de creştere a figurii klidonografice sau numai în unele direcţii. Conductibilitatea canalelor figurilor scade spre centrul figurii unde cîmpul electric se micşorează sub valoarea necesară unei ionizări prin şoc şi electronii — chiar dacă apar la periferia figurii — se reunesc cu ionii pozitivi întîlniţi în drum. În consecinţă după acest timp figura klidonografică se opreşte din creştere total sau uneori numai pe anumite direcţii, în care caz figura creşte asimetric. În figura 12 se arată procesul explicat mai sus de creştere a figurilor klidonografice de polaritate pozitivă.

Raţionamentul expus mai sus este valabil şi pentru o undă de şoc de o aceeaşi tensiune maximă cu unda precedentă, avînd însă o pantă iniţială a frunţii diferită (de exemplu mai mică). Cîmpul necesar pentru ionizarea prin şoc se va deplasa în acest caz de la vîrf

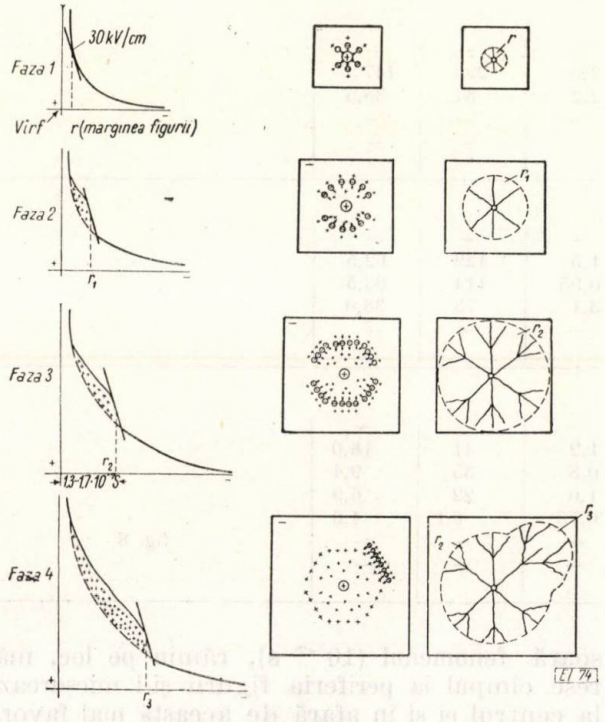


Fig. 12

spre periferia plăcii cu o viteză mai redusă decît în cazul precedent, iar viteza de creştere a figurii va fi şi ea corespunzător mai redusă. Prin faptul că după $1{,}3 - 1{,}7 \cdot 10^{-7}$ s canalele de pe figură îşi pierd treptat conductibilitatea, va avea loc şi în acest caz după acest timp o oprire a creşterii figurii. Figura nu-şi va diminua raza faţă de figura undei precedente atît timp cît tensiunea maximă este atinsă în timpul de $1{,}3 - 1{,}7 \cdot 10^{-7}$ s. Atunci însă cînd panta frunţii se micşorează, astfel încît tensiunea maximă a undei nu mai este atinsă în timpul critic arătat mai sus, raza figurii klidonografice începe să scadă brusc, figura nemaiputînd creşte din cauza neexistenţei unor condiţii favorabile de ionizare prin şoc. Din această cauză în această zonă creşte şi gradul de dispersie a mărimii figurilor, dezvoltarea mai mare sau mai mică a figurii putînd să aibă loc foarte neregulat.

Deoarece la tensiunile mai mici de şoc, timpul critic de formare a unei figuri klidonografice permite atingerea unui procent mai mare din tensiunea maximă de şoc respectivă decît în cazul unei tensiuni mai mari de şoc, se explică alura curbelor $r_+ = f\frac{du}{dt}$ din figura 7 a articolului precedent [1], în care domeniul de scădere a lui r_+ se deplasează spre un $\frac{du}{dt}$ cu atît mai mic, cu cît U de şoc este mai mic.

În cazul figurilor de polaritate negativă s-a putut dovedi de asemenea prin procedeul tăierii undelor de şoc, o dependenţă liniară directă între viteza de creştere a razei figurilor şi panta frunţii undei de şoc, creşterea acestei figuri fiind însă mai înceată decît creşterea figurilor de polaritate pozitivă. În acest caz deplasarea cîmpului electric de la vîrful negativ spre periferia plăcii, necesar ionizării prin şoc a electronilor la o creştere bruscă a diferenţei de potenţial, are ca urmare o deplasare atît a electronilor smulşi din vîrful negativ, cît şi a celor rezultaţi din ionizările prin şoc de pe parcurs, în aceeaşi direcţie ca şi deplasarea cîmpului electric, adică de la vîrf spre periferia plăcii. Încărcarea spaţială a ionilor produşi de ionizarea prin şoc, deformează în mod defavorabil cîmpul în ceea ce priveşte posibilitatea de creştere a figurilor, prin micşorarea lui la periferia figurii. Prin aceasta are loc o frînare a electronilor în drumul lor spre periferia figurii şi ca urmare o dezvoltare diferită faţă de figura de polaritate pozitivă.

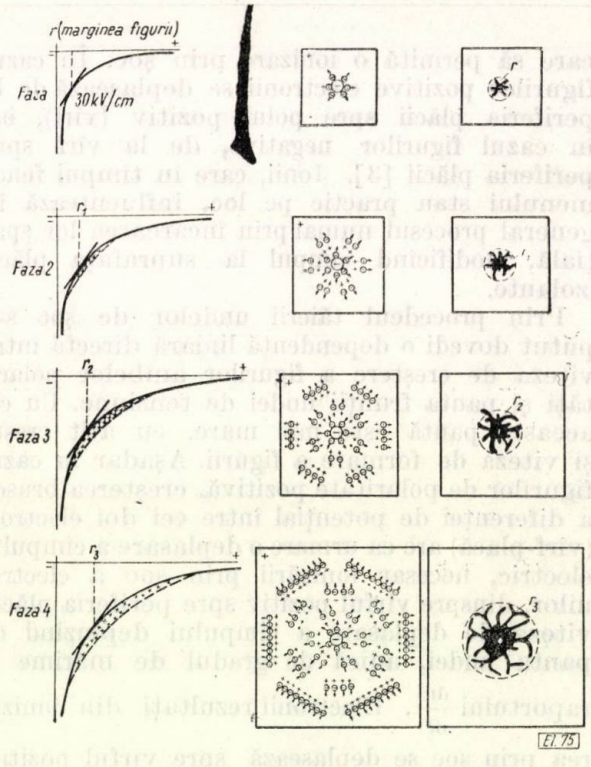


Fig. 13

Figura de polaritate negativă nu mai prezintă ramurile bine definite şi drepte ale figurilor pozitive, ci sectoare continue cu o dezvoltare neuniformă. Această frînare este şi cauza creşterii mai încete a figurilor de polaritate negativă.

În figura 13 se ilustrează procesul de creştere a figurilor klidonografice de polaritate negativă.

În cazul figurilor negative, la micşorarea pantei frunţii undei de tensiune, cîmpul favorabil ionizării se deplasează de asemenea mai încet spre periferie. În acest caz însă procedeul de tăiere a undei de tensiune arată că figura klidonografică creşte şi după depăşirea timpului critic de $1{,}3-1{,}7 \cdot 10^{-7}$ s, observat la figurile pozitive, ea putînd să crească şi după ce unda a atins valoarea ei maximă. Aceasta dovedeşte că electronii smulşi din vîrful negativ, precum şi cei ce se formează prin ionizarea prin şoc pe parcurs, se deplasează spre periferia plăcii în tot timpul deplasării cîmpului necesar ionizării prin şoc, independent de timpul scurs de la apariţia figurii. Aceasta din cauză că deplasarea electronilor se face în acelaşi sens cu cîmpul pe canale noi formate, avînd incontinuu o bună conductibilitate. Oprirea în creştere a figurii are loc numai atunci, cînd ionizarea se opreşte din cauza lipsei unui cîmp de o mărime suficientă.

Figurile de polaritate negativă de aceeaşi valoare maximă a tensiunii şi de pante diferite ale frunţii undei, spre deosebire de cele pozitive, îşi păstrează mărimi egale pe considerentul arătat mai sus că în procesul de ionizare a electronilor nu joacă nici un rol timpul scurs de la începutul apariţiei figurii, ci numai mărimea cîmpului electric favorabil unei ionizări prin şoc a electronilor. Prin aceasta se explică şi gradul de dispersie diferit constatat la unde de tensiuni diferite ($\pm 27\%$ la 5 kV faţă de $\pm 7\%$ la 14 kV) mărimea gradului de dispersie depinzînd numai de mărimea cîmpului favorabil ionizării prin şoc. La undele de tensiune mare, cîmpul fiind mai mare, favorizează formarea unei figuri cu un grad de dispersie mai mic decît în cazul undelor de tensiune mică. La acestea cîmpul de valoare mică nu poate asigura o formare mereu regulată a figurii klidonografice, rezultînd în acest caz un grad mare de dispersie a figurilor şi chiar figuri asimetrice.

Bibliografie

[1] *Dragu Gh.* şi *Antoniu I. S.*: Determinarea caracteristicilor tensiunilor de şoc cu ajutorul klidonografului. Electrotehnica **9** (1953) 20.

[2] *Sirotinski L. I.*: Tehnica tensiunilor înalte. Ed. energ. Stat Bucureşti 1954.

[3] *Heymans* and *Frank*: Method for measurement of time intervals from 10^{-7} to $6{,}7 \cdot 10^{-11}$ s. Phys. Rev. **25** (1925).

[4] *Pedersen P. O.*: Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Lichtfiguren und ihre Verwendung zur Messung sehr kurzer Zeiten. Ann. Phys. **69** (1922) 205.

[5] *Müller J.*: Feldstärke und Oberflächenladungen eines Dielektrikums bei spitzer Elektrode Arch. Elektrotechn. **29** (1935), 568.

Caracteristicile tehnice ale blocurilor de reglare automată cu tranzistoare pentru acţionări electrice

Dorel Damsker, Günther Weinrich, Ioan D. Landau, Codruţ Brana * — Bucureşti

Pentru reglarea automată a acţionărilor electrice se elaborează circuite şi scheme pe bază de regulatoare cu tranzistoare care permit obţinerea unor performanţe optime. Un sistem de reglare de acest fel, elaborat la ICET şi experimentat în colaborare cu „Automatica", se prezintă de către colectivul care l-a elaborat, realizat şi încercat. Sistemul are un larg domeniu de aplicare.

CZ. 621.34 : 621.316.718.5

Un procedeu raţional de a obţine comportarea dinamică dorită a acţionărilor cu reglare automată este acela prin care în jurul cîtorva elemente cu un număr redus de constante mari de timp se închide cîte un circuit de reglare incluzînd elementele care dau comportarea dorită, circuitele funcţionînd între ele în cascadă (uneori în paralel).

Aplicarea în practică a acestui procedeu a fost favorizată de introducerea preamplificatoarelor-regulatoare cu tranzistoare, care au avantaje evidente ca timpul scurt de răspuns, volumul mic, robusteţea etc.

Pe baza acestor considerente s-a elaborat la ICET [1] un sistem de blocuri constructive tip, concepute pentru a fi utilizabile la acţionări indiferent de puterea şi felul motorului şi de parametrii de acţionare reglaţi automat (turaţie, cuplu, acceleraţie, poziţie etc.).

Seria de blocuri cuprinde : *1*) preamplificator-regulator cu comportare *PID*, *PI* sau *PD*; *2*) amplificator de putere liniar; *3*) amplificator de putere bistabil; *4*) bloc mobil pentru determinarea ajustării optime a regulatoarelor; *5*) sursele de alimentare; *6*) sursa de referinţă.

* Ing. *D. Damsker*, laureat al Premiului de Stat, este şef de laborator la ICET, ing. *G. Weinrich*, inginer proiectant principal la „Automatica", ing. *I. Landau* ingin er proiectant la „Automatica" şi ing. *C. Brana* cercetător la ICET.

Ansamblul regulator, în compunerea sa actuală, poate debita direct pe generatoare sau excitatoare cu una sau două înfăşurări de excitaţie pînă la 5 kW; pe amplidine şi amplificatoare magnetice pînă la 50 kW; pe dispozitivele de comandă a grilei tiratroanelor şi

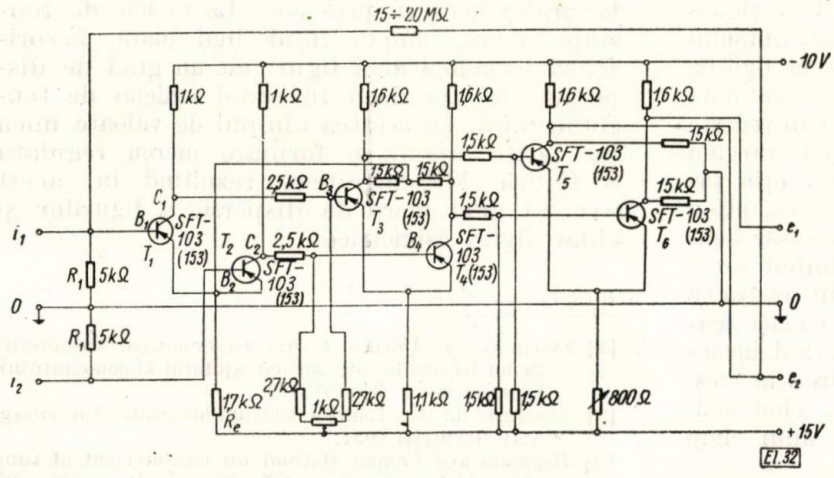


Fig. 1. Schema preamplificatorului.

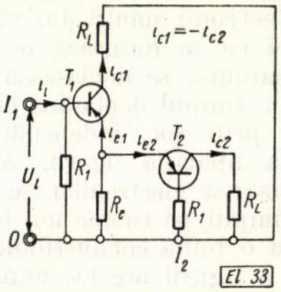


Fig. 2. Schema primului etaj în regim de inversor de fază.

excitroanelor de orice putere; pe indusul motoarelor de curent continuu pînă la 160 W; pe excitaţia motoarelor de curent continuu pînă la 5 kW. Prin adăugarea elementelor intermediare, printre care eventual etaje suplimentare cu tranzistoare de mare putere (pînă la 20 A), puterea poate fi extinsă.

Utilizarea blocurilor de reglare, în baza principiului amintit mai sus, prezintă avantajul că simplifică munca de proiectare şi cercetare a sistemelor automate cu maşini electrice, micşorează timpul de punere în funcţiune a instalaţiilor automate, micşorează sortimentul necesar de elemente de automatizare şi de piese de rezervă, conduce la sisteme cu performanţe ridicate, se încadrează în sistemele viitoare de automatizări complexe, îmbinîndu-se armonios cu mijloacele de prelucrare logică a informaţiilor.

Domeniul de aplicaţie cuprinde acţionările la maşini-unelte, laminoare, furnale, maşini de extracţie, linii de ciment, utilaje din industria hîrtiei şi maselor plastice, precum şi reglări la agregate energetice.

Preamplificatorul-regulator este constituit din amplificatorul de mică putere şi amplificare mare propriu-zis şi circuitele de reacţie din jurul său. Amplificatorul de tip diferenţial are trei etaje contratimp, cu tranzistoare care se vor produce în ţară. Amplificarea de putere este mai mare ca $12 \cdot 10^6$, consumul sub 1 W, curentul de comandă totală cel mult 1,5 μA, pe o rezistenţă de intrare de 2 kΩ. (Rezistenţa de transfer 6 MΩ). Intrarea, ieşirea, precum şi sursa de alimentare au cîte un punct median la masă, ceea ce permite cuplarea în serie sau paralel, de la aceeaşi sursă a mai multor preamplificatoare-regulatoare (fig. 1).

Primul etaj lucrează în regim de amplificator diferenţial cînd intrarea se face simetric pe bornele I_1 şi I_2 şi în regim de inversor de fază cînd intrarea se face între una din borne şi masă (fig. 2). Ca inversor de fază, primul etaj transformă semnalul nesimetric pe care îl primeşte într-un semnal dublu simetric, pe care îl aplică etajelor care urmează. Această dispoziţie constructivă permite implicarea în procesul de reglare a mai multor surse de semnal decuplate între ele prin rezistenţe.

Preamplificatorul are ieşirea bidirecţională pe fiecare dintre cele două colectoare ale tranzistoarelor finale. Caracteristicile statice de comandă pentru fiecare ieşire şi pentru dife-

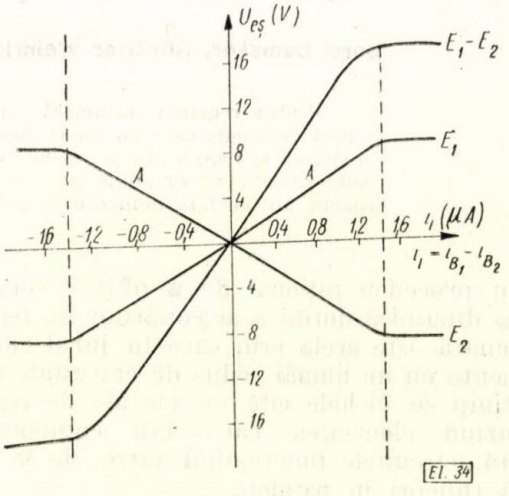


Fig. 3. Caracteristicile statice de transfer.

renţa lor este reprezentată în figura 3. Ieşirea dublu bidirecţională cu intrarea nesimetrică permite să se poată realiza simultan o reacţie pozitivă rigidă şi una negativă elastică (expli-

caţii se dau mai departe), fiecare dintre reacţii fiind nesimetrică.

Prin introducerea unei celule cu redresoare, se poate obţine o caracteristică simetrică în raport cu axa ordonatelor, avînd ieşirea de o singură polaritate (ramurile *A* din fig. 3).

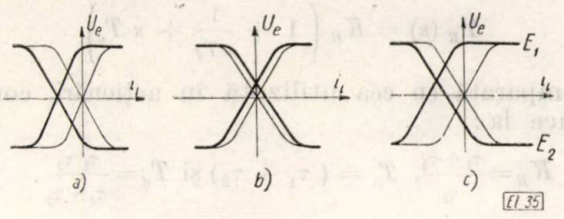


Fig. 4. Deviaţiile caracteristicilor din cauza derivei termice.

Variaţia parametrilor tranzistoarelor cu temperatura modifică caracteristicile statice ca în figura 4.

Au fost luate măsuri de stabilizare termică, combătîndu-se deriva simetrică printr-o reacţie internă negativă specială între etajul al doilea şi primul (fig. 1), iar deriva nesimetrică prin circuit cu termistor (fig. 5).

S-a ajuns la o derivă termică de aproximativ 0,06 μA/°C în gama de temperaturi garantată de +10°C la +50°C. Au fost încercate preamplificatoare, fără circuitul cu termistor, însă cu tranzistoare alese cu curenţi inverşi de colector în gol egali şi cît mai mici. Funcţionarea în circuit închis rămîne neschimbată practic în cazul unor amplificări mari în circuitul de reglare. Rezistenţa de sarcină trebuie să fie mai mare decît 3 K.

Dat find că cele trei etaje sînt dotate cu aceleaşi tranzistoare, la rezistenţe de reacţie negativă exterioare mici (sub 40 K) preamplificatorul intră în oscilaţie. Calculul stabilităţii şi verificările experimentale au arătat că prin introducerea a cîte unui condensator de 1 μF

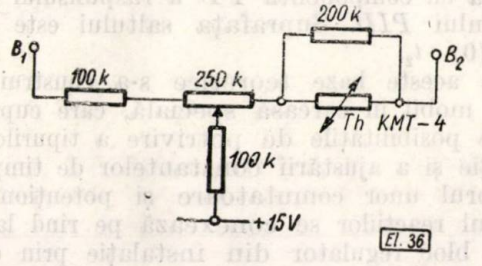


Fig. 5. Circuitul de stabilizare cu termistor.

între cele două ieşiri şi masă, oscilaţiile sînt blocate, rezistenţa reacţiei poate coborî pînă la 15 K, frecvenţa de tăiere fiind mai mare de 1 000 Hz. Rezistenţa de 15 K permite ajustarea constantelor de timp în jur de 10 ms.

Conexiunile reactive exterioare. Schema principială a conexiunilor reactive exterioare este dată în figura 6. Cu linii pline s-a desenat reacţia elastică, care dă comportarea *PID* cu variantele *PI* şi *PD* şi cu linie întreruptă reacţia pozitivă proporţională, care imprimă preampli-

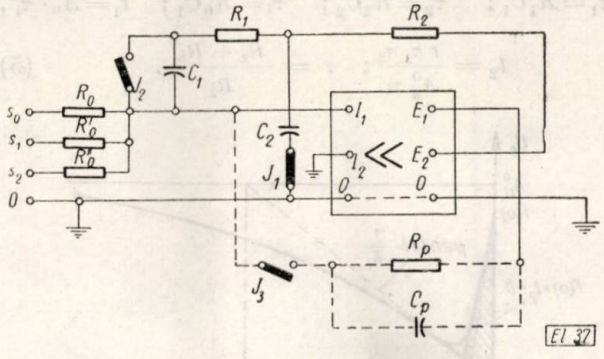


Fig. 6. Schema conexiunilor reactive exterioare.

ficatorului caracteristică basculantă. S_0, S_1, S_2 sînt semnale de la surse diferite, între care se face comparaţie de curenţi. Prin deschiderea întrerupătorului J_1 caracteristica tranzitorie devine *PI*, cu J_1 şi J_2 închis devine *PD*.

Se consideră J_3 deschis, deci preamplificatorul are caracteristică statică proporţională liniară. Reacţia negativă elastică are schema echivalentă în figura 7.

Cu condiţiile :

$$Z_0 = R_0 \gg Z_i\,,\ Z_1 \gg Z_i \quad \text{şi} \quad Z_1 \gg Z_2$$

s-a demonstrat în lucrarea [1] că :

$$A_u = \frac{u_L}{u_i} = A_u^0 \frac{\Delta Z}{Z_L(Z_1+Z_3)+\Delta Z+A_u^0 Z_0 Z_3}, \qquad (1)$$

unde A_u^0 este amplificarea proporţională de tensiune a preamplificatorului :

$$A_u^0 = \frac{\Delta u_L}{R_0\,\Delta i_1} = \frac{R_{tr}}{R_0}\,;\quad \Delta Z = Z_1Z_2+Z_2Z_3+Z_3Z_1. \qquad (2)$$

Rezistenţa de transfer este 6 MΩ.

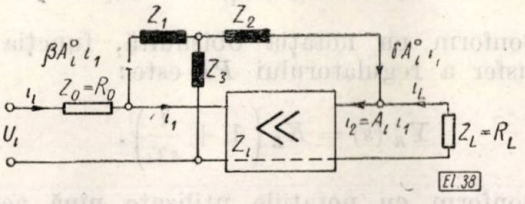


Fig. 7. Schema echivalentă în T a circuitului de reacţie.

Regulatorul PID şi PI. Conform cu schema principială (fig. 6) pentru *PID*, există relaţiile :

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{sC_1}\,;\ Z_2 = R_2\,;\ Z_3 = \frac{1}{sC_2}\,. \qquad (3)$$

Acestea conduc la următoarea funcţie de transfer :

$$Y_R(s) = A_u^0 \frac{(1 + s\tau_1)(1 + s\tau_2)}{(1 + st_1)(1 + st_2)} . \quad (4)$$

S-a notat :

$$\tau_1 = R_1 C_1 ; \quad \tau_2 = R_2 C_2 ; \quad \tau_i = R_0 C_1 ; \quad t_1 = A_u^0 \cdot \tau_i ,$$

$$t_2 = \frac{r\,\tau_1\,\tau_2}{A_u^0\,\tau_i} ; \quad r = \frac{R_2 + R_L}{R_2} . \quad (5)$$

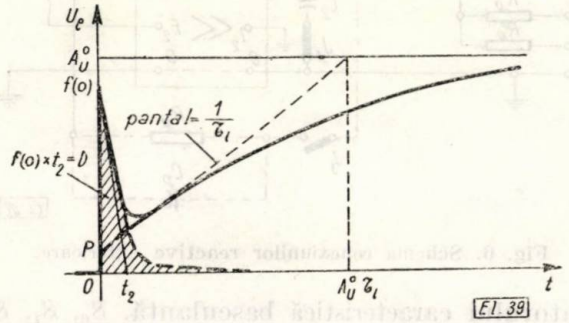


Fig. 8. Răspunsul tranzitoriu *PID* la salt unitar.

Răspunsul tranzitoriu în timp la semnal-treaptă este dat în figura 8.

Funcţia idealizată pentru $A_u^0 \to \infty$ este :

$$Y_R(s) = \frac{(1+s\tau_1)(1+s\tau_2)}{s\tau_i} = P + \frac{I}{s} + Ds. \quad (4 \text{ bis})$$

S-a notat :

$$P = \frac{\tau_1 + \tau_2}{\tau_i} , \quad I = \frac{1}{\tau_i} , \quad D = \frac{\tau_1 \cdot \tau_2}{\tau_i} .$$

Suprafaţa saltului de tensiune este D. După ce s-a atins valoarea proporţională P, tensiunea are o creştere integrală cu panta I, în realitate o creştere exponenţială cu constanta t_1.

Prin deschiderea întreruptorului J_1 (şi notînd cu R_1 rezistenţa totală din circuitul de reacţie), se ajunge la funcţia de transfer a regulatorului *PI* :

$$Y_R(s) = A_u^0 \frac{(1 + s\tau_1)}{(1 + st_1)} \cong \frac{(1 + s\tau_1)}{s\,\tau_i} . \quad (6)$$

Conform cu notaţia obişnuită, funcţia de transfer a regulatorului *PI* este:

$$Y_R(s) = K_R \left(1 + \frac{1}{sT_i}\right).$$

Conform cu notaţiile utilizate pînă acum, aceeaşi expresie este :

$$Y_R(s) = \frac{1+s\tau_1}{s\tau_i} = \frac{\tau_1}{\tau_i}\left(1 + \frac{1}{\tau_1 s}\right) = \frac{R_1}{R_0}\left(1 + \frac{1}{s\,R_1\,C_1}\right).$$

Rezultă egalităţile :

$$K_R = \frac{R_1}{R_0} \text{ şi } T_i = \tau_1 = R_1 C_1.$$

Cu aceste notaţii se precizează că s-a obţinut $K_R = 50$ şi $T_i = 20$ s pentru $R_0 = 20$ KΩ, $R_1 = 1$ MΩ şi $C_1 = 20\,\mu$F, valori cu care se acoperă cu prisosinţă cele mai mari constante de timp întîlnite obişnuit la maşinile electrice.

La regulatorul *PID*, notaţia obişnuită

$$Y_R(s) = K_R \left(1 + \frac{1}{sT_i} + s\,T_d\right)$$

comparată cu cea utilizată în acţionări, conduce la :

$$K_R = \frac{\tau_1 + \tau_2}{\tau_i}, \quad T_i = (\tau_1 + \tau_2) \text{ şi } T_d = \frac{\tau_1\,\tau_2}{\tau_1 + \tau_2} .$$

Pentru $T_d \ll T_i$ ($\tau_2 \ll \tau_1$) există posibilitatea ajustării independente a constantelor de timp :

$$Y_R(s) \cong \frac{\tau_1}{\tau_i}\left(1 + \frac{1}{\tau_1 s} + \tau_2 s\right) = \frac{R_1}{R_0}\left(1 + \frac{1}{s\,R_1 C_1} + s R_2 C_2\right).$$

Pentru K_R şi T_i se pot obţine aceleaşi valori ca mai sus, iar pentru $\tau_d = \tau_2$, în condiţia ajustării separate, se poate merge pînă la 1 s. Pentru valori mai mari este necesar a se recurge la formulele exacte.

Punînd $Z_1 = R_1$ şi refăcînd calculele se ajunge la funcţia de transfer a regulatorului *PD*

$$Y_R(s) = K_R \frac{1 + s\tau}{1 + s\theta} \simeq K_R(1 + \tau s), \quad (7)$$

cu notaţiile :

$$\tau = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} C_2, \quad \theta = \frac{r\tau}{1 + A_u^0 \dfrac{R_0}{R_1 + R_2}},$$

$$K_R = \frac{A_u^0}{1 + A_u^0 \dfrac{R_0}{R_1 + R_2}} . \quad (8)$$

Răspunsul la semnal treaptă are aceeaşi formă cu componenta *PD* a răspunsului regulatorului *PID*. Suprafaţa saltului este $D = f(0) \cdot t_2$.

Pe aceste baze teoretice s-a construit un bloc mobil în carcasă specială, care cuprinde toate posibilităţile de potrivire a tipurilor de reacţie şi a ajustării constantelor de timp, cu ajutorul unor comutatoare şi potenţiometre. Blocul reacţiilor se conexează pe rînd la fiecare bloc regulator din instalaţie prin cuplă specială. După determinarea valorilor optime, în blocul regulator se introduc piesele fixe, iar blocul mobil este detaşat.

Preamplificatorul bistabil. Tranzistoarele în regim basculant comută puteri cu mult mai mari decît puterea de disipaţie proprie. De aici se vede avantajul de a se trece în regim basculant tranzistoarele amplificatorului final

la o frecvență suficient de mare încît efectul regulatorului să rămînă același ca în regim liniar continuu. Modul cel mai simplu și sigur de trecere la regim basculant este introducerea reacției pozitive (prin închiderea întreruptorului J_3) la preamplificator care devine el însuși bistabil.

Sub influența reacțiilor necesare comportării *PD* și *PID* (nu și *PI*), preamplificatorul basculează, comandînd finalul în frecvență și durata tactelor active.

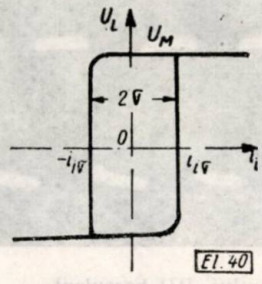


Fig. 9. Caracteristica bistabilă.

Calculele riguroase ale regimurilor tranzitorii și staționare pentru regulatorul basculant *PD* și *PID* sînt date în lucrările [1] și [5].

Gradul de reacție pozitivă este proporțional cu raportul:

$$\varepsilon = \frac{R_{tr}}{R_p}. \tag{9}$$

Pentru $R_p < R_{tr}$ reacția este supracritică și caracteristica devine bistabilă (fig. 9). Notînd tensiunea de ieșire din preamplificatorul bistabil cu $y = \pm 1$, lățimea buclei de basculare este 2σ cu:

$$\sigma = (\varepsilon - 1)\frac{1}{A_u^0}. \tag{10}$$

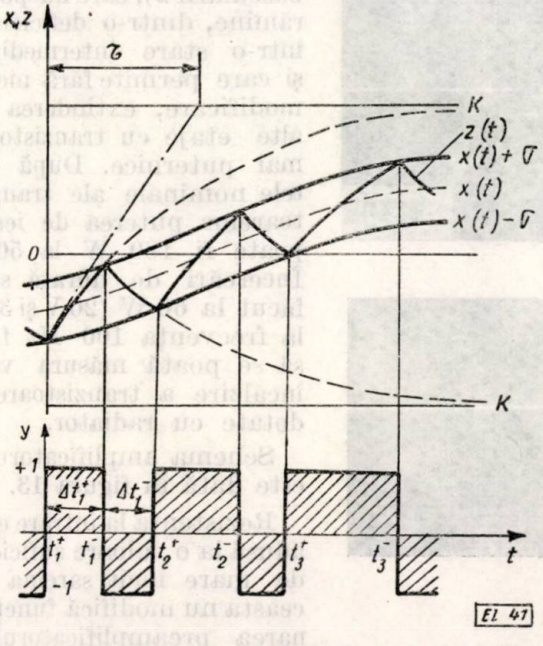


Fig. 10. Mecanismul basculărilor și modulării după comandă.

Regulatorul basculant PD. Figura 10 ilustrează mecanismul basculărilor și modulării după comandă.

Mărimea y la ieșirea din preamplificator are două valori posibile ± 1. Semnalul de intrare $x(t)$ variază după o curbă crescătoare. Mărimea $z(t)$ la ieșirea din circuitul de reacție variază după o exponențială cu constanta de timp τ spre valoarea asimptotică $\pm K = 1/K_R$. Cînd

$$x(t) - z(t) = \pm\sigma \tag{11}$$

are loc basculare, obligînd derivarea $\{dz(t)/dt\}$ să-și modifice brusc semnul. Rezultă că $z(t)$ variază înăuntrul unei suprafețe $x(t) \pm \sigma$. Se observă că la creșterea semnalului de comandă, frecvența scade și durata pulsului (tactul) pozitiv, înăuntrul unei perioade, crește.

Pentru semnal de intrare constant x, după un timp suficient de lung, regulatorul intră într-un regim cvazistațional cu frecvență constantă:

$$f \cong f_0\left(1 - \frac{x^2}{K^2}\right), \tag{12}$$

unde:

$$f_0 \cong \frac{K}{4\sigma\tau} = \frac{1}{4\tau}\cdot\frac{1}{\varepsilon - 1}\cdot\frac{R_{tr}}{R_1 + R_2} \tag{13}$$

este frecvența la semnal zero.

Pentru constantele de timp uzuale, gama de frecvențe potrivite este 100 la 400 Hz.

Mărimea de acționare în sistemul de reglare este valoarea medie y_{med} a ieșirii în contratimp

$$y_{med} = \frac{\Delta t_1^+ - \Delta t_1^-}{\Delta t_1^+ + \Delta t_1^-}. \tag{14}$$

(Notațiile sînt pe fig. 10).

Se demonstrează [1] că:

$$y_{med} = \frac{x}{K}\left(1 + \frac{2}{3}\cdot\frac{\sigma^2}{K^2 - x^2}\right) \cong \frac{x}{K}. \tag{15}$$

Valoarea medie a mărimii de ieșire corespunde componentei proporționale a regulatorului continuu.

Studiul procesului tranzitoriu provocat de Δx, a arătat că suprafața pulsurilor dreptunghiulare este proporțională aproximativ cu produsul $(\Delta x \cdot K_R \cdot \tau)$, deci la fel ca la regulatorul continuu.

Figura 11 reprezintă oscilograma răspunsului tranzitoriu în timp a regulatorului basculant *PD*.

Calculele și măsurătorile sînt în bună concordanță.

Regulatorul basculant PID. După cum s-a mai spus, răspunsul *PID* poate fi asimilat pentru un timp suficient de scurt cu răspunsul *PD*. Este deci de așteptat și se demonstrează că răspunsul *PID* basculant are la început aceeași formă ca și cel *PD*, prezintă pulsul de suprafață *D*, după care frecvența crește pînă aproape de frecvența de regim *PD*, apoi sub influența componentei *I*, frecvența scade și tactul activ crește din nou pînă la $f = 0$ și $y_{med} = +1$.

Oscilograma răspunsului *PID* basculant este dată în figura 12. Comportarea integrală se datorește faptului că mărimea de reacție z depinde de valoarea $(x \pm \sigma)$ dar și de valoarea inițială

La verificările experimentale făcute la platforma ICET de încercare a acționărilor electrice, nu s-a observat vreo diferență de comportare între sistemul cu regulatoare continue

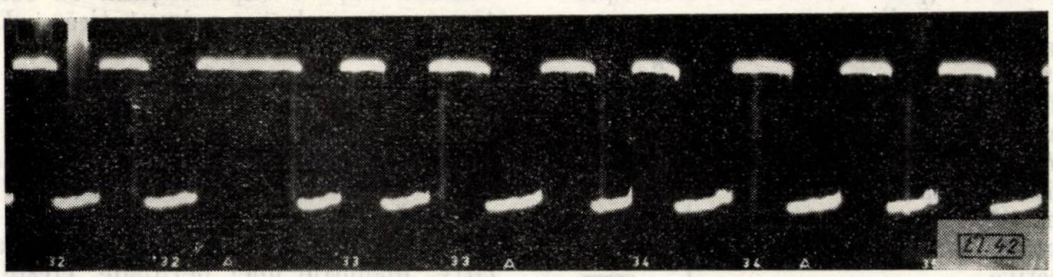


Fig. 11. Oscilograma răspunsului *PD* basculant.

pentru acel interval al derivatei dz/dt, care are valori din ce în ce mai mici și face ca reacția negativă să aibă variații din ce în ce mai lente și de amplitudini mai mici pînă se stinge.

și cu regulatoare basculante la frecvențe de bază de 75—100 Hz, pentru constante de timp în joc de ordinul zecilor de ms.

Amplificatorul final basculant are trei etaje cu structura identică (multivibratorul Eccles Jordan), primele două etaje cu SFT 121, ultimul cu P4D. Basculările fiind provocate de preamplificatorul regulator, s-a putut adopta la final o schemă cu basculare foarte rapidă a fiecărui etaj, cu mare siguranță în funcționare (coeficient de siguranță a basculării 2), care nu poate rămîne, dintr-o deficiență, într-o stare intermediară și care permite fără nici o modificare, extinderea la alte etaje cu tranzistoare mai puternice. După datele nominale ale tranzistoarelor puterea de ieșire poate fi 180 W la 50°C. Încercări de durată s-au făcut la 60 W (20 V și 3 A) la frecvența 100 Hz fără să se poată măsura vreo încălzire a tranzistoarelor dotate cu radiator.

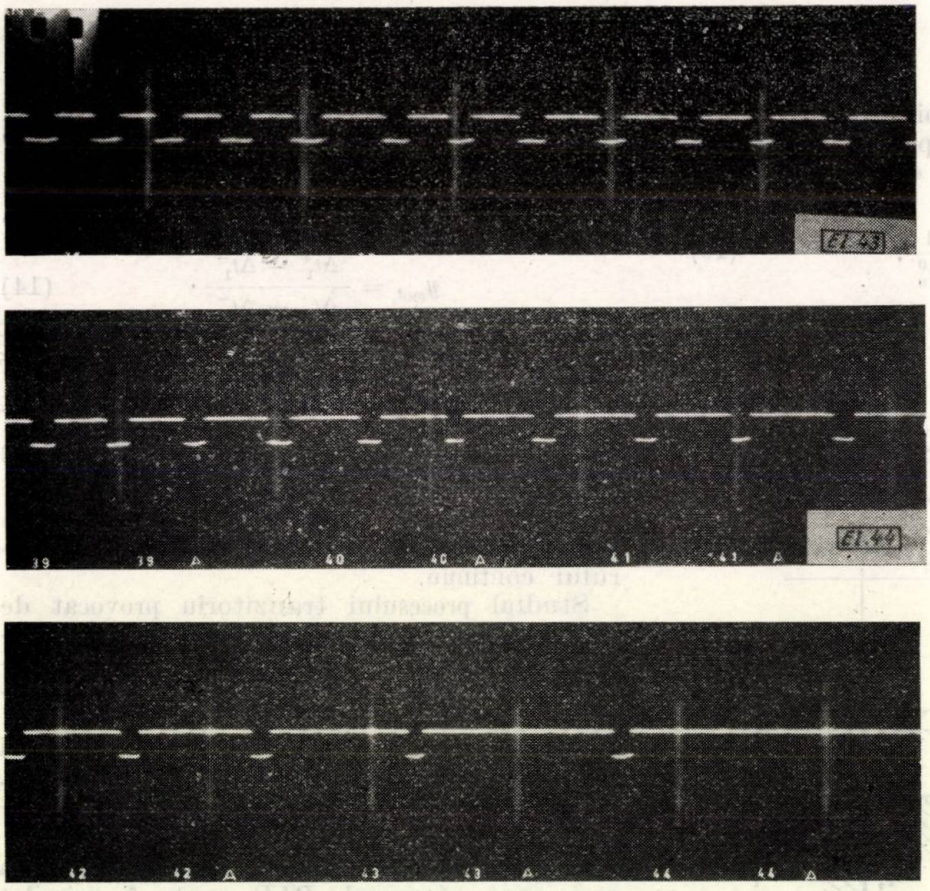


Fig. 12. Oscilograma răspunsului *PID* basculant.

Schema amplificatorului este dată în figura 13.

Rezistența la intrare este adusă la o valoare suficient de mare încît sarcina aceasta nu modifică funcționarea preamplificatorului.

Calculele arată și oscilograma verifică expresia componentei integrale:

$$I = \frac{y_{med_2} - y_{med_1}}{\Delta t_1^+ + \Delta t_1^-} \cong \frac{x}{\tau_i}, \qquad (16)$$

similară cu cea a regulatorului continuu.

Amplificatorul final liniar are trei etaje în contratimp cu tranzistoarele SFT 121, P3B și P4D.

Amplificatorul este de tip diferențial de putere maximă 20 W la 50°C temperatură ambiantă. Schema este dată în figura 14.

Sursa de alimentare nu necesită stabilizare. Tensiunile de alimentare sînt −20 V şi +4 V. Curentul care produce intrarea în saturaţie este 0,5 mA. Rezistenţa de intrare 2 × 500 ohmi, cea de ieşire 2 × 20 ohmi şi de transfer 40 K. Deriva termică este 10 μA/°C. La ieşirea în cazul sarcinilor inductive sînt necesare redresoare pentru protecţia tranzistoarelor. Amplificatorul acesta înlocuieşte pe cel basculant în unele sisteme în care funcţionarea cu frecvenţă variabilă este incompatibilă cu alte frecvenţe din sistem (mutatoare, tiratroane etc.).

Sursele de tensiune stabilizate sînt construite pe baza schemei din figura 15.

Abaterea de reglare este obţinută cu ajutorul rezistenţei neliniare R_1. Factorul de stabilitate la variaţiile tensiunii este:

$$E = \frac{\mathrm{d}E/E}{\mathrm{d}U_s/U_s} = 50, \qquad (17)$$

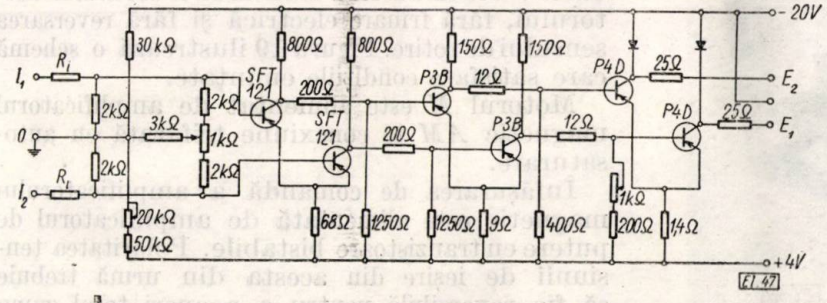


Fig. 14. Schema amplificatorului final continuu.

unde E este tensiunea reţelei şi U_e tensiunea stabilizată, la variaţiile lui E de ± 15%.

Stabilizarea variaţiilor de sarcină se măsoară prin rezistenţa internă

$$R_e = -\left[\frac{\delta U_s}{\delta I_s}\right]_{E=\text{const}} \qquad (18)$$

şi are valoarea de 0,6 ohmi la curent de sarcină între 50 şi 250 mA.

Sursa de alimentare a preamplificatoarelor poate prelua sarcina a trei blocuri.

S-a construit un bloc tip cu tensiunea de 2 × 15 V care poate fi ajustat la 10 V şi 15 V prin rezistenţele de impunere a tensiunii şi un bloc cu tensiunea de 2 × 40 V. Aceste blocuri pot fi folosite pentru alimentarea preamplificatoarelor şi pentru sursele de referinţă.

Aspecte constructive. Fiecare bloc este montat în cîte un şasiu conectat cu restul instalaţiei prin cuple semimobile. Pe placa frontală sînt prevăzute borne pentru verificarea din exterior

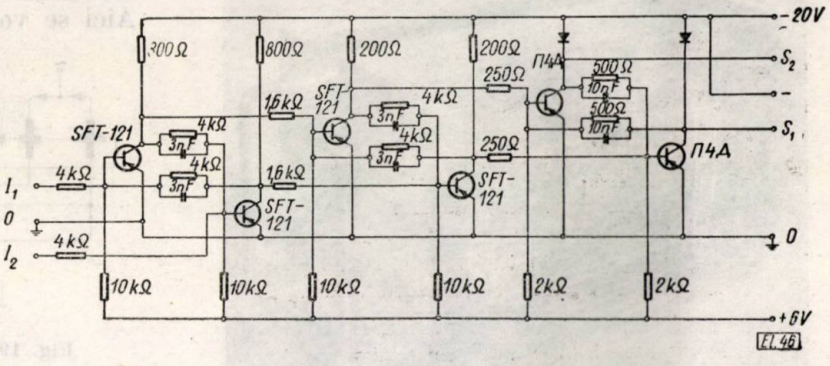


Fig. 13. Schema amplificatorului final basculant.

a tensiunilor de intrare, ieşire şi alimentare. Şasiile se introduc într-un dulap de tip industrial care poate să mai cuprindă alte aparate ale instalaţiei automatizate. Aparatele de măsură necesare se montează pe faţa dulapului.

Şasiul blocului regulator cuprinde două plăci din care una poartă preamplificatorul şi a doua, piesele fixe ale conexiunilor reactive (fig. 16).

Tranzistoarele de putere ale amplificatorului final sînt montate pe radiatoare din cupru vopsite în negru mat, pentru împrăştierea cît mai bună a căldurii. Tranzistoarele au fost montate pe coroane de mică, lăcuite cu lac pe bază de siliciu pentru a se asigura un contact cît mai bun cu radiatorul.

Radiatorul a fost calculat ca suprafaţa şi masa metalică să uniformizeze temperatura

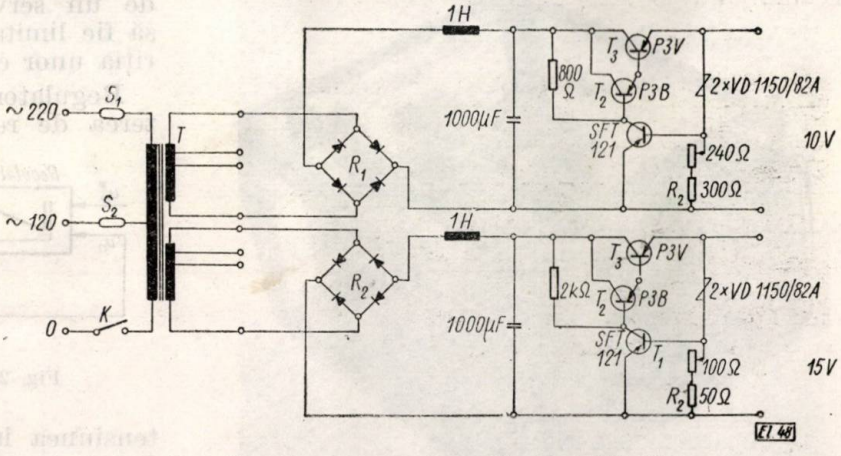


Fig. 15. Schema sursei de tensiune stabilizată.

carcasei tranzistorului între perioada de saturare şi cea de blocare (fig. 17).

Sursele de alimentare au un şasiu de lăţime dublă (fig. 18).

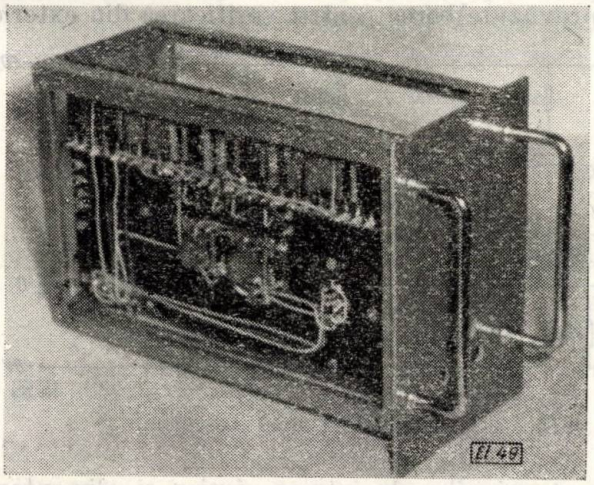


Fig. 16. Şasiul blocului regulator.

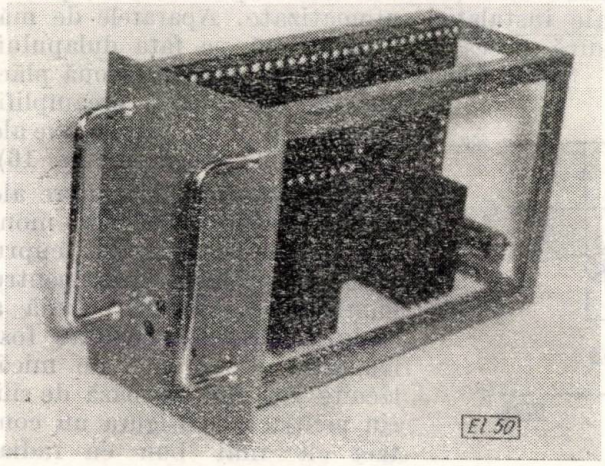


Fig. 17. Şasiul blocului amplificator final.

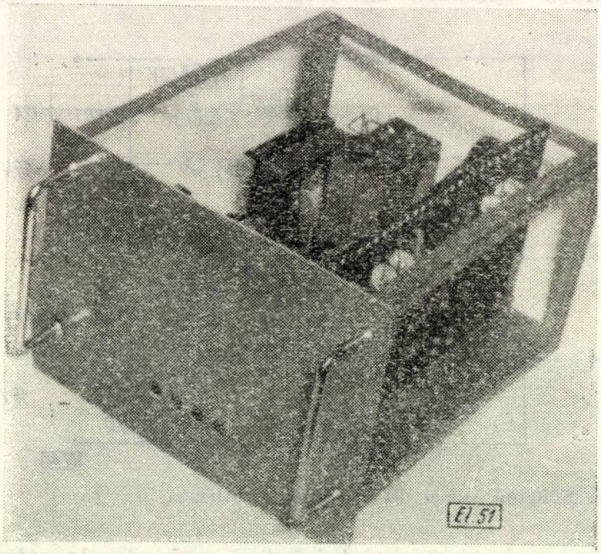


Fig. 18. Şasiul blocului sursei de alimentare.

Aplicaţii ale blocurilor de reglare pentru acţionări electrice

Au fost descrise datele caracteristice ale blocurilor de reglare pentru acţionări electrice. Aici se vor arăta unele dintre multele posibili-

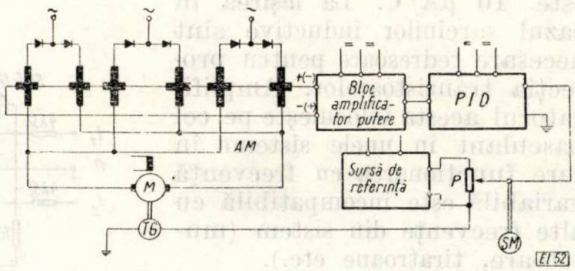


Fig. 19. Reglarea turaţiei motorului de curent continuu.

tăţi de aplicare. Vor fi descrise scheme de acţionare studiate sau experimentate în vederea unor aplicaţii imediate. Se dau unele indicaţii sumare de calcul.

Reglarea turaţiei motorului de curent continuu. Pentru multe aplicaţii, mai ales la maşini-unelte, se cere reglarea turaţiei motorului de curent continuu fără limitarea curentului motorului, fără frînare electrică şi fără reversarea sensului de rotire. Figura 19 ilustrează o schemă care satisface condiţiile enunţate.

Motorul M este alimentat de amplificatorul magnetic AM în conexiune trifazată cu autosaturare.

Înfăşurarea de comandă a amplificatorului magnetic este alimentată de amplificatorul de putere cu tranzistoare bistabile. Polaritatea tensiunii de ieşire din acesta din urmă trebuie să fie reversibilă pentru a acoperi total gama amperspirelor de comandă ale amplificatorului magnetic. Turaţia este măsurată de tahogenerator (TG), iar cea impusă este dată de potenţiomentrul P, al cărui cursor este acţionat de un servomotor. Viteza cursorului trebuie să fie limitată astfel ca să nu fie posibilă apariţia unor curenţi prea mari la motor.

Regulatorul PID basculant prelucrează abaterea de reglare măsurată de diferenţa între

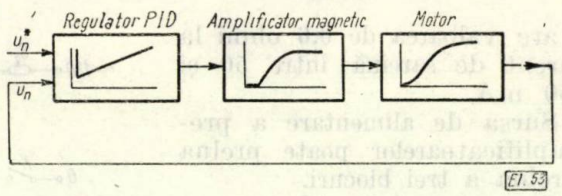


Fig. 20. Schema bloc a reglării turaţiei.

tensiunea impusă şi cea a tahogeneratorului. Constanta de timp a excitaţiei amplificatorului magnetic şi constanta de timp electromecanică a acţionării pot fi compensate total (prin aplicarea prescripţiilor criteriului de optimizare

după modul [2], sau mai bine parțial (după prescripțiile criteriului simetriei [3]).

Schema-bloc a circuitului de reglare este dată în figura 20. În interiorul blocurilor s-a figurat răspunsul tranzitoriu al elementului la

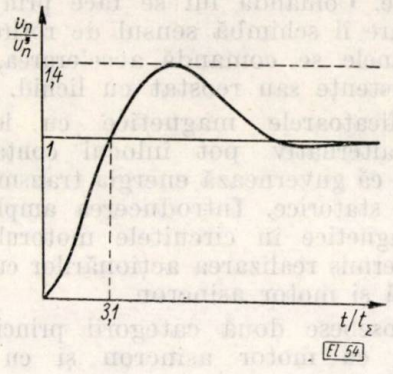


Fig. 21. Răspunsul tranzitoriu la semnal de comandă treaptă.

un semnal în treaptă. Răspunsul sistemului total (închis) la un semnal de comandă și la optimum simetric este dat în figura 21. Depășirea mare ajută la reglarea rapidă a perturbațiilor de sarcină.

Cu dotarea actuală a blocurilor de reglare, motorul poate avea puterea pînă la 10 kW, gama de reglare care se obține este mai mare de 1/30, precizia de reglare la turațiile mari este mai bună ca 1%.

Reglarea acționărilor reversibile cu motor de curent continuu. Adesea acționarea electrică trebuie să inverseze sensul mișcării în mod automat la o comandă dată. Asemenea acționări reversibile se întîlnesc la mecanismul mesei frezelor și rabotezelor, mecanisme de laminor etc. Prin comutarea unui limitator de cursă sau a unui controler, de la rotirea cu turație mare într-un sens, rotorul frînează electric cu recuperarea energiei, trece prin viteza zero și reaccelerează în sens invers. Se cere ca reversarea să se facă cît mai repede, cu acce-

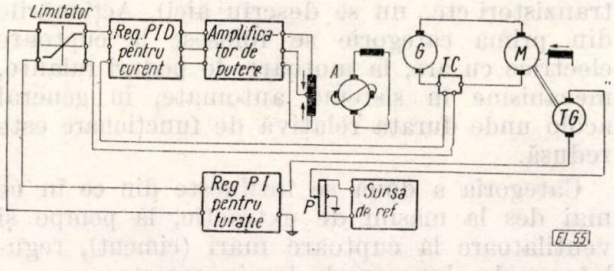


Fig. 22. Schema acționării reversibile cu reglarea în cascadă a curentului și turației.

lerație constantă pentru a se evita eforturi dinamice exagerate. Amplificatorul care alimentează motorul trebuie să permită trecerea curentului invers de frînare. O reversare ideală se face prin creșterea rapidă a curentului pînă la limita admisibilă, deci motorul dezvoltă cuplul maxim, apoi menține curentul la această limită pînă cînd turația atinge valoarea impusă în sensul invers.

După cum ne-am propus, nu se descriu acționări de mare putere cu mutatoare cu vapori de mercur, care sînt deosebit de avantajoase la acționările de acest fel. Cea mai bună soluție în cadrul utilizării elementelor inerțiale este prezentată în figura 22. Motorul M este alimentat de generatorul G excitat de amplidina A. Amplificatorul final și regulatoarele sînt construite cu tranzistoare [4]. Schema prevede funcționarea în cascadă a două circuite de reglare și anume primul reglarea curentului și al doilea a turației. Curentul este măsurat prin transductoare în contratimp (TC) și rezultatul măsurii este adus la intrarea regulatorului PID. Mărimea impusă pentru curent este tensiunea care iese din regulatorul turației. Regulatorul turației impune valoarea curentului, deci a cuplului, care este necesară pentru a ajunge cît mai repede la turația impusă. Curentul este limitat la valoarea maximă

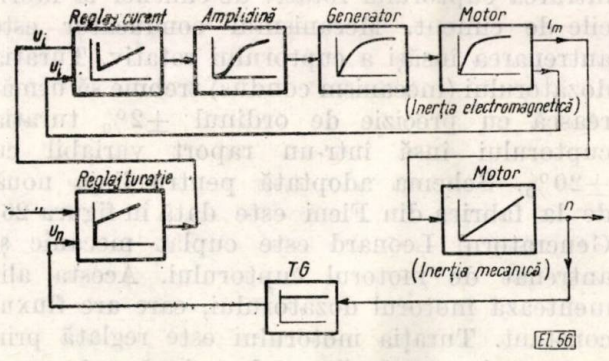


Fig. 23. Schema-bloc a acționării reversibile.

admisibilă prin intrarea în saturație a regulatorului de turație sau printr-un element de limitare (*Lim.*). Regulatorul turației are la intrarea sa tensiunea tahogeneratorului în opoziție cu tensiunea impusă. Potențiometrul P fixează sensul și mărimea turației. Reversarea sensului de rotire se poate comanda și printr-un comutator care inversează polaritatea tensiunii pe potențiometrul P.

Schema bloc a celor două circuite de reglare este dată în figura 23. Regulatorul curentului compensează inerțiile mari din sistem, astfel ca răspunsul curentului să fie rapid însă cu depășire mică (criteriul optimizării după modul). Regulatorul turației compensează necomplet inerția mecanică (criteriul optimumului simetric).

Această schemă a fost încercată la platforma pentru acționări de la ICET. S-a obținut pentru curentul motorului și turația sa, în timpul unei reversări de la ± 1 200 rot/min,

forme optimale cu timp minim de răspuns. Figura 24 arată creşterea rapidă a curentului, apoi menţinerea la valoare constantă urmată la sfîrşit de frînarea puternică, care împiedică depăşirea de turaţie. Figura 25 este oscilograma turaţiei în timpul reversării, care arată

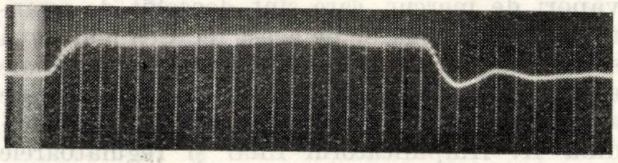


Fig. 24. Oscilograma curentului în timpul unei reversări.

că acceleraţia este constantă şi depăşirea minimă.

Reglarea turaţiei unui mecanism condus în raport constant faţă de mecanismul conducător. Condiţia de reglare enunţată mai sus se întîlneşte adesea în acţionarea mecanismelor tehnologice. Aceasta este situaţia de dependenţă impusă între turaţia dozatorului de pastă la intrarea cuptorului rotativ de clincher la fabricile de ciment. Mecanismul conducător este antrenarea însăşi a cuptorului rotativ. Turaţia dozatorului (mecanism condus) trebuie să urmărească cu precizie de ordinul $\pm 2\%$ turaţia cuptorului însă într-un raport variabil cu $\pm 20\%$. Schema adoptată pentru linia nouă de la fabrica din Fieni este dată în figura 26. Generatorul Leonard este cuplat mecanic şi antrenat de motorul cuptorului. Acesta alimentează motorul dozatorului, care are fluxul constant. Turaţia motorului este reglată prin comparaţia tensiunilor celor două tahogeneratoare (1 *TG* şi 2 *TG*). Abaterea turaţiei dozatorului este prelucrată în regulatorul *PI*, amplificată şi apoi debitată regulatorului *PID*

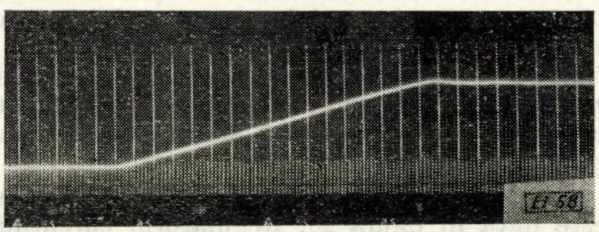


Fig. 25. Oscilograma reversării turaţiei de la $\pm$ 1 200 rot/min.

pentru curent. Generatorul are o înfăşurare de excitaţie *I*, şi o înfăşurare de demagnetizare *II* dimensionată pentru 20% din amperspirele nominale. Astfel, amplificatorul $1AM$ este de patru ori mai mic decît 2 AM ca putere. Se face reglarea în cascadă a curentului şi turaţiei, precum s-a mai descris. Raportul turaţiilor se fixează prin potenţiometrul *P*.

Reglarea automată a acţionărilor cu motor asincron. Motorul asincron este mult utilizat la acţionările obişnuite pentru avantajele sale cunoscute. Comanda lui se face prin contactoare, care îi schimbă sensul de rotire, iar la cel cu inele se comandă accelerarea, turaţia prin rezistenţe sau reostat cu lichid.

Amplificatoarele magnetice cu ieşire în curent alternativ pot înlocui contactoarele în sensul că guvernează energia transmisă înfăşurărilor statorice. Introducerea amplificatoarelor magnetice în circuitele motorului asincron a permis realizarea acţionărilor cu reglare automată şi motor asincron.

Se deosebesc două categorii principale de acţionări cu motor asincron şi cu reglare automată :

a) cu motoare pînă la cîţiva kW, maximum zeci de kW, cărora li se comandă tensiunea aplicată statorului prin amplificatoare mag-

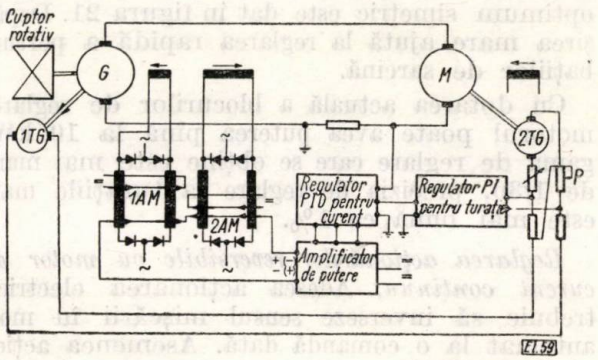


Fig. 26. Schema reglării turaţiei în raport variabil.

netice şi *b*) cu motoare de cîteva sute kW pînă la mii kW cu inele colectoare cărora li se comandă rezistenţa rotorică prin reostate cu lichid. (Alte sisteme ca acelea cu comanda prin frecvenţă, cu mutatoare sau maşini în cascadă, cu contactoare comandate prin regulatoare cu tranzistori etc., nu se descriu aici). Acţionările din prima categorie se folosesc la cuptoare electrice cu arc, la motoare de poduri rulante, mecanisme în sisteme automate, în general acolo unde durata relativă de funcţionare este redusă.

Categoria a doua se întîlneşte din ce în ce mai des la maşini de extracţie, la pompe şi ventilatoare la cuptoare mari (ciment), regulatoare de alunecare la laminoare etc.

Reglarea prin tensiunea statorică. Caracteristicile mecanice ale unui motor asincron în scurtcircuit şi la tensiune variabilă sînt nesatisfăcătoare pentru că cuplul scade cu patratul tensiunii, în timp ce variaţia vitezei este mică pentru un cuplu de sarcină dat. În plus, acţio-

narea nu funcționează stabil decît pînă la cuplul de răsturnare deci într-un domeniu restrîns de variație a vitezei (a alunecării). Reglarea în circuit închis, cu comanda în gamă foarte largă a tensiunii statorice la un cuplu

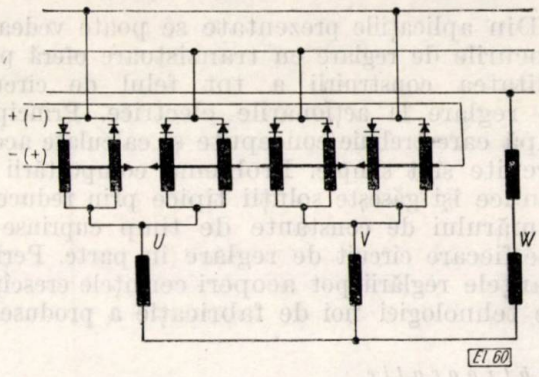


Fig. 27. Comanda reversibilă a unui motor asincron prin amplificatoare magnetice.

constant de sarcină face ca să se modifice curentul rotoric și statoric și prin aceasta, la rezistență constantă în rotor, să se schimbe foarte mult puterea disipată în motor, încît alunecarea să poată avea variații mari. Funcționarea este stabilă din cauza reglării în circuit închis.

Schema pentru comanda reversibilă a unui motor asincron în scurtcircuit este dată în figura 27. Una din faze este alimentată printr-o reactanță fixă, celelalte prin înfășurările transductoarelor. O înfășurare unică comandă toate transductoarele, pe unele în sensul saturării, pe altele în sensul contrar (blocării). Conexiunile sînt astfel făcute încît la o anumită valoare a curentului prin înfășurarea de comandă, rotorul este blocat căci tensiunile la bornele U și V sînt egale. Cînd curentul din înfășurarea de comandă are valoarea maximă sau minimă tensiunile aplicate la bornele U, V, W sînt maxime și diferite ca succesiune a fazelor, încît rotorul se rotește cu viteza nominală într-un sens sau celălalt. O înfășurare de polarizare (nedesenată) poate potrivi simetria tensiunilor și tensiunea zero față de curentul de comandă. Pot fi utilizate conexiuni, cu înfășurări în contratimp cu o înfășurare de polarizare.

În cazul motorului asincron trifazat în scurtcircuit și în gol se poate admite relația aproximativă :

$$n = K_1 \int_0^t U \, dt, \qquad (19)$$

unde n este turația, K_1 — o constantă de proporționalitate, U — tensiunea aplicată statorului.

Cursa unghiulară α a arborelui motor este deci :

$$\alpha = K_2 \int_0^t n \, dt = K_1 K_2 \int_0^t \left(\int_0^t U \, dt \right) dt. \qquad (20)$$

Trecînd la notația după transformata Laplace, se obțin funcțiile de transfer :

$$\frac{n}{U}(s) = Y_n(s) = \frac{1}{s \cdot T_1} \text{ cu } \frac{1}{T_1} = K_1 \qquad (21)$$

și

$$\frac{\alpha}{U}(s) = Y_\alpha(s) = \frac{1}{s^2 \cdot T_1 \cdot T_2} \text{ cu } \frac{1}{T_2} = K_2. \qquad (22)$$

Constantele T_1 și T_2 se stabilesc ușor prin relațiile de definiție (19 și 20).

Reglarea turației și a cursei cere pe lîngă agregatul de forță (amplificator magnetic — servomotor (schema din fig. 27) introducerea unui regulator, care să primească tensiunea unui traductor (tahogenerator sau potențiometru) și tensiunea impusă. Schema bloc pentru reglarea turației este dată în figura 28. Se notează cu t_Σ suma constantelor mici printre care, timpul mort al amplificatorului magnetic. Rămîne de stabilit structura regulatorului. Din funcțiile de transfer se deduce că un regulator *PD* ar fi cel potrivit. Însă practica a dovedit că neglijarea cuplului static și liniarizarea admisă prin relația (1) pot fi corectate prin introducerea unui *PI* sau *PID*. Ajustarea constantelor în aceste cazuri se poate face după criteriul simetriei.

Reglarea prin rezistența rotorică. Variația rezistenței rotorice a motorului asincron conduce la o familie de caracteristici mecanice foarte mult utilizate pentru pornire și variația vitezei.

La motoare peste 100 kW se poate introduce ca reostat rotoric o cuvă cu electrolit în care se mișcă electrozii corespunzători celor trei

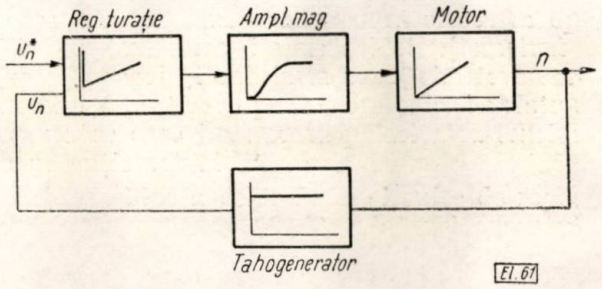


Fig. 28. Schema bloc a reglării turației unui motor asincron în scurtcircuit.

faze. Mișcarea electrozilor se face cu un servomotor hidraulic sau cu unul asincron trifazat, care la rîndul său intră ca element de execuție într-un servomecanism aservit reglării parametrilor de acționare ai motorului principal.

Figura 29 redă schema principială a unei reglări în cascadă a curentului și turației motorului unui exhaustor la cuptorul de clincher. Servomotorul SM este alimentat conform figurii 27, de un amplificator magnetic AM (desenat simplificat în fig. 29), care la rîndul său este

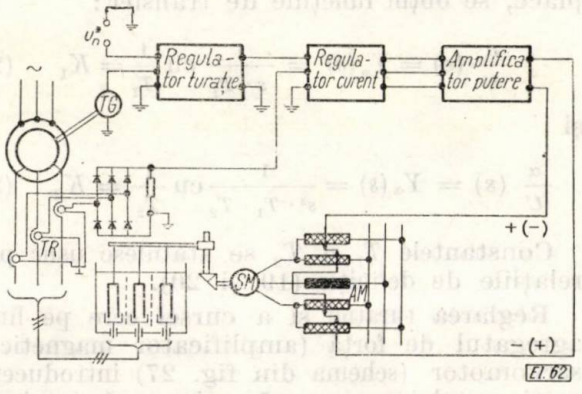


Fig. 29. Reglarea motorului asincron prin rezistență rotorică.

comandat de amplificatorul final cu tranzistoare A_f. Curentul rotoric este măsurat prin reductoarele de curent TR, care duc la redresorul trifazat.

În regulatorul de curent intră un curent proporțional cu cel rotoric, însă redus la cîțiva miliamperi. Regulatorul curentului este format din două regulatoare PD în serie din cauză că funcția de transfer a motorului (relația 22) are forma unei duble integrale.

Mărimea de intrare în regulatorul de curent este curentul de ieșire al regulatorului turației. O analiză completă a circuitului conduce la introducerea unui regulator PI pentru turație.

Considerații finale

Din aplicațiile prezentate se poate vedea că blocurile de reglare cu tranzistoare oferă posibilitatea construirii a tot felul de circuite de reglare la acționările electrice. Principiile după care trebuie concepute și calculate aceste circuite sînt simple. Problema comportării dinamice își găsește soluții tipice prin reducerea numărului de constante de timp cuprinse de cîte fiecare circuit de reglare în parte. Performanțele reglării pot acoperi cerințele crescînde ale tehnologiei noi de fabricație a produselor.

Bibliografie

[1] *D. Damsker, G. Weinrich, I. Landau, C. Brana*: Blocuri de reglare cu tranzistoare pentru acționări electrice. Comunicare la Sesiunea științifică a Comisiei de Automatizare. București, octombrie 1960.

[2] *D. Damsker*: Locul rădăcinii în reglarea automată a grupului G.-M. Automatica și Electronica **3** (1959) 5.

[3] *C. Kessler*: Das Symetrische-Optimum. Regelungstechnik (1958) H. 11, 12. 395—400 și 432—436.

[4] *D. Damsker, G. Weinrich, I. Landau, C. Brana*: Acționarea reversibilă cu reglarea optimală în cascadă a curentului și turației. Comunicare la Sesiunea științifică a Comisiei de Automatizare. București, octombrie 1960.

[5] *C. Kessler:* Ein Beitrag zur Theorie des Zweipunktreglers. Regelungstechnik (1957) H.10, 339—342.

Intrat în redacție la 8 decembrie 1960

Unele probleme ale calității acumulatoarelor electrice de plumb

Francisc Kaszoni și Gheorghe Nițescu * — București

CZ 621.355.21:621.312(498)

Acumulatorul cu plumb reprezintă încă o sursă secundară de curent continuu, cea mai răspîndită. Îmbunătățirile aduse calității și performanțelor acestui element au în consecință urmări economice importante pentru utilizatori și deci pentru economia națională. În cele ce urmează se prezintă unele îmbunătățiri ce s-au adus în producția acestui element care asigură performanțe superioare bateriilor de acumulatoare produse în țara noastră.

Considerații generale

Deși apărute în urmă cu un secol, acumulatoarele cu plumb reprezintă și astăzi cel mai important mijloc de înmagazinare a energiei electrice. Ele au proprietatea că energia înmagazinată o pot ceda într-un timp foarte scurt, la intentistăți de sute de amperi cu un randament apreciabil.

Acumulatoarele de plumb nu au putut fi înlocuite nici pînă astăzi, cu toată dezvoltarea impetuoasă a tehnicii cunoscută în ultimele decenii, datorită calităților lor remarcabile.

Aceste calități greu de înlocuit sînt:

— Tensiunea ridicată la borne (deci energie liberă a reacției chimice de generarea curentului electric mare).

— Conductibilitate electrică ridicată datorită electrolitului puternic ionizat.

— Masa activă complet insolubilă în electrolit.

— Electrozi cu o conductibilitate electrică apropiată de cea a metalelor.

— Autodescărcarea redusă.

— Durata de viață mare.

— Materia primă relativ ieftină și ușor recuperabilă după uzarea bateriilor.

Dezavantajul acumulatoarelor cu plumb este că sînt voluminoase și grele, datorită coeficientului redus de folosire a masei active respectiv greutății specifice ridicate a plumbului. Acestea fac ca bateriile să aibă capacitate specifică de masă și capacitate volumetrică redusă.

Apariția acumulatoarelor alcaline inclusiv a celor zinc-argint cu parametrii electrici mai scăzuți, exceptînd capacitatea specifică și volumetrică, n-a împiedicat dezvoltarea acumulatoarelor cu plumb. Întrucît cuplul electrochimic $Pb—PbO_2$ este greu de înlocuit, toate cercetările în acest domeniu, timp de un secol, s-au îndreptat către ridicarea calității acumulatoarelor cu plumb. S-a urmărit producerea de baterii ușoare și mai puțin voluminoase, cu performanțe electrice îmbunătățite, mai estetice și cît mai ieftine.

Toate cele de mai sus s-au putut realiza prin perfecționări constructive și tehnologice adecvate, prin economia de materii prime și în primul rînd de plumb, cît și prin îmbunătățirea continuă a parametrilor electrici (coeficient de utilizare al masei active, capacitate volumetrică, descărcare de șoc la temperaturi scăzute, durată de viață etc.).

În articolul de față ne propunem să tratăm despre progresele realizate în perfecționarea acumulatoarelor cu plumb. Ne vom referi în special la unele probleme de aplicare a tehnicii noi ce trebuie rezolvate pentru ridicarea calității acumulatoarelor de plumb din țara noastră, ținînd cont de performanțele acumulatoarelor din străinătate.

A. Progrese constructive și tehnologice

În principiu acumulatoarele sînt construite din trei părți, distincte și anume:

— plăci sau electrozi;

— separatoare;

— bacurile și accesoriile de montare.

Figura 1 arată părțile componente ale unei baterii auto [1].

Vom trata pe rînd despre realizările obținute în ultimul timp, la fiecare din elementele componente.

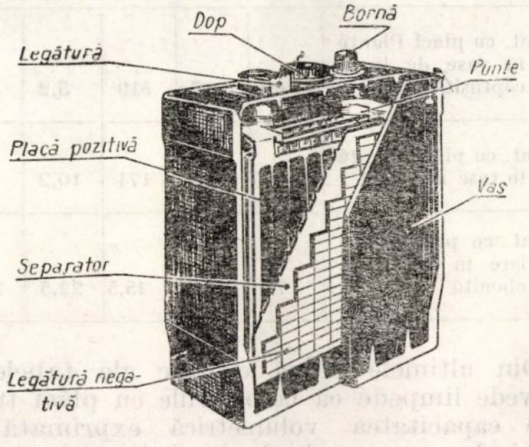


Fig. 1. Baterie de tip auto, detalii de construcție.

I. Plăci sau electrozi

În funcție de scopurile cărora le sînt destinate, există mai multe sorturi de baterii

* Ing. *F. Kaszoni* este șeful serviciului tehnic de la întreprinderea Acumulatorul din București, ing. *Gh. Nițescu* este tehnolog la aceeași întreprindere.

cărora le corespund diferite tipuri de plăci și anume:

— plăci Planté sau de mare suprafață;
— plăci tubulare sau Pantzer;
— plăci cu grătar (auto și tracțiune).

1. *Bateriile staționare* fabricate cu plăci Planté se mai folosesc încă și azi în telefonie și la instalațiile de siguranță. Ele n-au suferit modificări prea importante rămînînd mai departe elemente grele și voluminoase, cu un coeficient redus de utilizare al plumbului, cu o capacitate specifică și volumetrică foarte mică, însă cu o mare durată de viață atingînd de obicei 20—25 ani.

2. *Plăci tubulare.* Pentru a face ca acumulatoarele să devină obiecte transportabile mai ușoare și compacte, a fost necesară înlocuirea plăcilor din masă de plumb (Planté) prin plăci cu masă activă din oxizi de plumb aplicați pe un grătar din aliaj Pb-Sb mai ușor și putînd îngloba mai multă masă activă decît plăcile Planté. Astfel, au apărut plăcile tubulare (Pantzer) și plăcile cu grătar (auto și tracțiune, fig. 2).

Plăcile Pantzer sau tubulare, introduse în fabricație în toată lumea, înlocuiesc plăcile pozitive de mare suprafață (Planté) și tracțiune. Eficacitatea economică a introducerii bateriilor cu plăci tubulare, ca baterii cu gabarite mici, mai ușoare, cu capacitate specifică și volumetrică mai ridicată decît a bateriilor cu plăci Planté este ilustrată în tabela 1 [2].

Tabela 1

Comparație între bateriile cu plăci Planté și cele cu plăci tubulare

Tipul bateriei	Capacitatea de 10 ore, Ah	Volumul bateriei, dm^3	Greutatea bateriei, kg	Capacitate volumetrică, Ah/dm^3	Capacitate specifică, Ah/kg
Bat. cu plăci Planté în vase de lemn căptușit cu plumb	1 600	307	519	5,2	3,1
Bat. cu plăci Planté în vase de sticlă	800	78	174	10,2	4,6
Bat. cu plăci tubulare în vase de ebonită	720	32	45,5	22,5	15,8

Din ultimele două coloane ale tabelei 1 se vede limpede că la bateriile cu plăci tubulare capacitatea volumetrică exprimată în Ah/dm^3 a crescut de 2—4 ori, iar capacitatea specifică exprimată în Ah/kg a crescut de 3—5 ori față de bateriile cu plăci Planté.

Plăcile tubulare se confecționează din tuburi de ebonită perforată, în interiorul cărora se află masa activă compusă din oxizi de plumb, accesul electrolitului făcîndu-se prin perforațiile ebonitei. În mijlocul masei active se află grătarul din aliaj Pb-Sb (fig. 3).

Odată cu dezvoltarea industriei de mase plastice, ebonita perforată a fost înlocuită cu

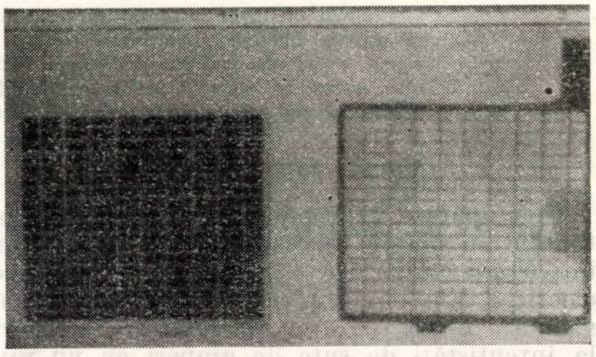


Fig. 2. Plăci cu grătar de tip auto:
stînga — placă pozitivă; *dreapta* — placă negativă.

polietilenă, PVC, polistiren sau alt material plastic perforat sau tuburi din materiale plastice poroase [3].

De curînd se fabrică tuburi din fibre de sticlă impregnate cu o rășină sintetică rezistentă la acid sulfuric și oxigen anodic. Deocamdată în industria acumulatoarelor din țara noastră nu s-au introdus încă plăcile tubulare.

Introducerea lor este o sarcină urgentă, a specialiștilor noștri în fabricarea acumulatoarelor cu plumb, deoarece plăcile tubulare permit realizarea unor însemnate economii de plumb și o substanțială reducere a prețului de cost la bateriile staționare și de tracțiune, îmbunătățind în același timp calitățile electrice ale bateriilor

3. *Plăcile cu grătar (auto și tracțiune).* Dacă acumulatoarele staționare n-au suferit modificări prea importante, în ultimele decenii, cu

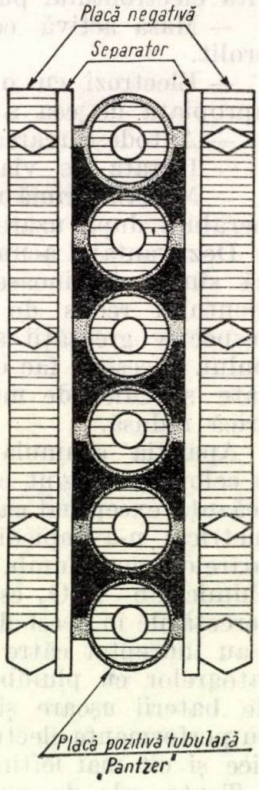


Fig. 3. Secțiune printr-un element cu plăci tubulare sau Pantzer.

atît mai mari sînt progresele realizate la tipurile auto și tracțiune. În primul rînd s-a studiat problema reducerii consumului de plumb, deci micșorării grosimii plăcilor. Acest lucru a fost

impus de creșterea tot mai mare a parcului de mașini, producția auto atingînd circa 70% din producția mondială de acumulatoare.

Se înțelege că aici trebuia pus accentul pe economiile de plumb și pe reducerea greutății bateriilor. Dacă acum 20 de ani plăcile auto aveau peste 3 mm grosime, astăzi grosimea lor variază între 1,7 și 2,5 mm. Se ajunge uneori la grosimea de 1 mm. De regulă plăcile negative sînt mai subțiri cu 2—3 zecimi de mm decît plăcile pozitive.

Fabricarea plăcilor subțiri auto a fost determinată de condițiile de lucru ale acumulatoarelor pe autovehicule.

În momentul demarării mașinii, acumulatoarele sînt supuse la eforturi mari : într-un timp extrem de scurt trebuie să debiteze un curent de cîteva sute de amperi.

Are loc o descărcare rapidă a bateriei.

Diagrama prezentată în figura 4 arată dependența capacității bateriei de grosimea plăcilor și viteza de descărcare [1].

Viteza de descărcare este exprimată în ore sau minute. Capacitatea bateriei crește cu grosimea plăcii la viteze mici de descărcare. La viteze mari de descărcare (de la cîteva secunde la 10 — 20 min) creșterea capacității cu grosimea plăcii este practic neînsemnată, o baterie cu plăci groase avînd aproximativ aceeași capacitate ca și una cu plăcile subțiri.

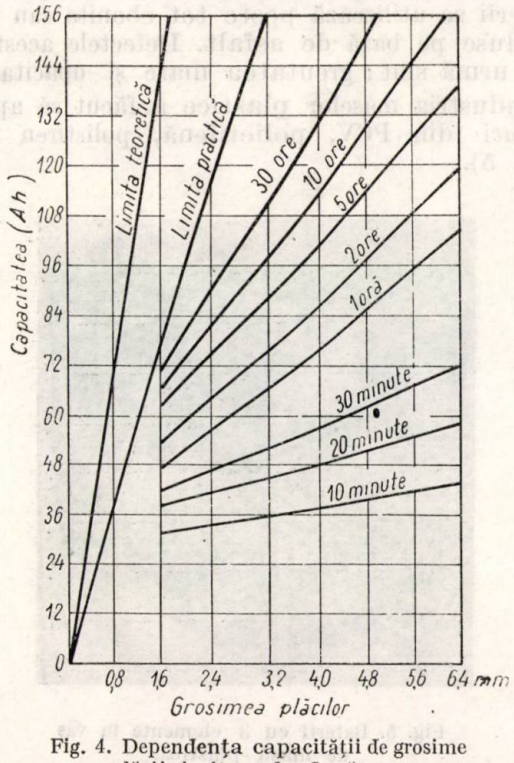


Fig. 4. Dependența capacității de grosime a plăcii și viteza de descărcare.

În asemenea condiții procesele electrochimice au loc numai la suprafața plăcilor nu și în adîncimea lor. Explicația rezidă în faptul că la intensități așa de ridicate de curent, deci descărcare rapidă a bateriei într-un timp foarte scurt, are loc o sărăcire bruscă a electrolitului la suprafața plăcilor. Difuzia nu are suficientă viteză pentru a suplini această sărăcire din porii masei active. În felul acesta lucrează numai masa activă de la suprafață nu și cea din interiorul plăcii. Astfel lucrează bateriile de pornire. Dacă masa activă din interiorul plăcii în asemenea condiții de exploatare nu lucrează, atunci este normal să se folosească plăci subțiri în locul plăcilor groase, astfel coeficientul de utilizare al masei active devine mai bun la plăcile subțiri decît la cele groase. În acest mod se obține aceeași capacitate electrică de șoc, însă cu cantitate de plumb mai mică. Vom avea deci o baterie mai mică, mai ușoară, mai ieftină, fără să diminuăm calitățile ei electrice.

Utilizarea plăcilor subțiri este astfel justificată nu numai din punct de vedere economic, ci și teoretic. Desigur la stabilirea grosimii plăcilor trebuie luat în considerație și eforturile mecanice la care sînt supuse bateriile în timpul exploatării. Nu se poate micșora prea mult grosimea plăcilor căci altfel și-ar pierde rezistența lor mecanică. În afară de aceasta nu este indiferent dacă o baterie lucrează pe o limuzină sau pe un tractor. Așa au apărut baterii cu gabarite identice însă cu plăci de grosimi diferite în funcție de destinația lor, de eforturile mecanice la care sînt supuse.

A doua problemă importantă pusă în modul de exploatare al bateriilor auto este aceea a grătarului plăcii pozitive. Datorită sistemului electric al mașinii, bateria este permanent supusă supraîncărcării și numai un timp extrem de scurt, la demaraj, este descărcată. Supraîncărcarea bateriei duce la distrugerea grătarului pozitiv prin peroxidare cu oxigenul anodic. Problema rezistenței la supraîncărcare este foarte importantă pentru că durata de viață a bateriei depinde printre altele și de rezistența grătarului la peroxidare.

În aceste condiții apare clar că prima calitate a bateriei de demaraj este rezistența ei la supraîncărcare, adică la peroxidarea grătarului pozitiv. Aceasta a condus pe cercetători la căutarea unui aliaj de plumb rezistent la peroxidare.

Aliajul Pb-Sb folosit pînă astăzi nu este cel mai nimerit. El are un dublu dezavantaj : antimoniu prin dizolvarea în electrolit se depune pe placa negativă unde cu plumbul spongios formează microelemente ; în afară de aceasta antimoniul se distruge repede prin peroxidare ducînd la distrugerea întregului grătar [2].

Literatura de specialitate abundă în formule de alte aliaje decît cele de Pb-Sb, cu rezistență crescută la peroxidare. Cel mai important însă pare a fi aliajul Pb-Ca [4]. Acest aliaj are

rezistența mecanică și nu mai prezintă inconvenientele antimoniului. Aplicarea lui pe scară industrială este totuși redusă și limitată numai la bateriile funcționînd sub supraîncărcare, deoarece turnarea și sudarea acestui aliaj prezintă unele dificultăți.

Alte brevete utilizează diverse adaosuri de As, Ag, Cu, Sn, Zn, Ba etc. care îmbunătățesc calitățile de turnare a grătarelor și rezistența lor la peroxidație. Pînă în prezent această problemă rămîne însă deschisă cercetării [3, 5, 6, 7].

4. *Plăci cu aglomerant plastic.* Se știe că o altă cauză a uzurii acumulatorului este degradarea masei active sub influența încărcării-descărcării succesive și căderea acesteia pe fundul bacului.

Pentru a împiedica căderea pastei de pe grătar s-a imaginat aglomerarea particulelor de masă activă cu ajutorul unei rășini sintetice rezistente la acid sulfuric și oxigen născînd. Nu trebuie însă ca rășina sintetică să înglobeze perfect particulele de masă activă și să împiedice accesul acidului și ionilor la oxizii de plumb.

Rolul rășinii sintetice este cimentarea masei active împiedicînd căderea ei și obținerea în același timp a unui coeficient de utilizare al masei active mai bun, care în general nu depășește 30% în elementele clasice [2,3].

II. Separatoarele

Una dintre problemele de mare importanță care încă nu și-a găsit o rezolvare definitivă, este obținerea unui separator adecvat. Eforturile depuse sînt îndreptate către găsirea unui separator care să fie rezistent la acțiunea acidului sulfuric și a oxigenului anodic, să posede o porozitate mare asigurînd bateriei o rezistență interioară mică și o perfectă separare a plăcilor, împiedicînd scurtcircuitarea lor.

Folosirea separatoarelor din lemn de cedar ale căror performanțe au fost bune, crea dificultăți nu numai de import, dar și de micșorarea continuă a cantității de material lemnos.

Dezvoltarea industriei maselor plastice a permis apariția unor noi separatoare perforate sau microporoase din cauciuc, PVC, polistiren, polietilenă etc. Acestea asigură o bună capacitate de șoc mai ales la temperaturi scăzute. Este de notat folosirea separatoarelor de hîrtie impregnată cu o rășină sintetică de obicei de tip fenoplastic.

Cu timpul s-a constatat că se poate împiedica degradarea plăcilor și căderea masei active pozitive (deci se poate mări durata de viață a bateriilor) prin utilizarea unei diafragme elastice care să mențină masă activă pe grătar și care să urmeze variațiile de volum ale plăcilor în timpul ciclului de încărcare-descărcare.

Astfel separatorul modern trebuie să îndeplinească următoarele funcții:

— să separe plăcile pozitive de cele negative;
— să împiedice scurtcircuitarea;
— să susțină masa activă pozitiv;
— să confere rezistență interioară foarte mică;
— să se îmbibe cu cît mai mult electrolit.

Se pare că folosirea separatoarelor din fibre de sticlă se apropie cel mai mult de separatorul ideal. Absența substanțelor organice, rezistența absolută, la acid sulfuric și peroxidații, porozitatea și elasticitatea mare, îmbibarea perfectă cu electrolit, fac ca rezistența sa electrică să fie extrem de redusă. Prezența sa în baterie are următoarele avantaje:

— durata nelimitată a separatoarelor, mult superioară aceleia a electrozilor;
— tensiunea la bornele bateriei mult mărită în timpul descărcării la șoc;
— reîncărcarea mai rapidă a bateriei;
— încălzirea mai redusă în timpul funcționării.

Din aceste considerente, pentru mărirea duratei de viață și asigurarea unor performanțe electrice superioare, separatorul cu fibră de sticlă, rămîne cea mai bună realizare pînă în prezent [2].

III. Bacuri

Se folosesc și azi bacuri de sticlă, lemn căptușit cu plumb și vopsit exterior antiacid, la bateriile staționare. La celelalte tipuri de baterii se utilizează peste tot ebonita sau alte produse pe bază de asfalt. Defectele acestora din urmă sînt: greutatea mare și opacitatea.

Industria maselor plastice a făcut să apară bacuri din PCV, polietilenă, polistiren etc. (fig. 5).

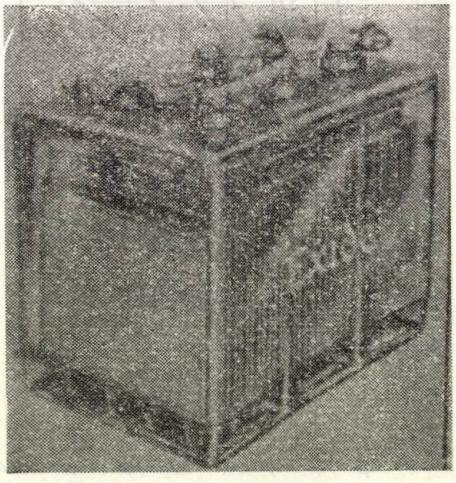


Fig. 5. Baterii cu 3 elemente în vas de masă plastică.

Acestea sînt mai ușoare, transparente sau frumos colorate. Rămîn totuși scumpe la ora actuală. Se prevede ca într-un viitor apropiat să apară sortimente din mase plastice care să înlocuiască monoblocurile din ebonită.

B. Progresele realizate la durata de viață și caracteristicile electrice ale bateriilor

Calitatea unei baterii poate fi definită prin durata de viață și caracteristicile ei electrice. Durata de viață a bateriilor depinde în ultimă instanță de aderența masei active pozitive la grătar, rezistența grătarului pozitiv la peroxidare anodică și de calitatea separatorului.

Despre separatoarele și rezistența grătarului pozitiv la peroxidare anodică s-a vorbit mai sus. Pentru îmbunătățirea aderenței masei active de grătar trebuie aleasă o astfel de rețetă a pastei, încît să se asigure o porozitate suficientă difuzării electrolitului în interiorul plăcii, iar variația de volum a masei active în timpul funcționării bateriei să nu provoace tensiuni prea mari care să ducă la deformarea plăcii și distrugerea masei active.

Cercetări recente arată, pe de altă parte, că una din cauzele scurtării duratei de viață a bateriilor este măcinarea și căderea pastei pozitive în timpul ciclurilor de încărcare-descărcare. În timpul acestor cicluri cristalele de $PbSO_4$ și PbO_2 devin din ce în ce mai mici și aderența lor de restul masei active scade. S-au încercat diverse reductoare ca albastru de metilen și sulfat de hidroxilamină, care să favorizeze formarea cristalelor mari în masa activă [8]. Dezavantajul este că substanțele pe bază de azot dau produși secundari dăunători plăcilor.

În tabela 2 se arată rezultatele obținute în străinătate în prelungirea duratei de viață a bateriilor.

Tabela 2

Anul	Durata de viață (în luni)
1949	16,00
1959	26,02

Tabela 3

Baterii	Durata de viață (în cicluri)	Capacitate specifică kg/kWh
Cu plăci Planté	1 000	100
Cu plăci Pantzer	1 200	50
Auto	300—350	35

Separatoarele cu vată de sticlă au prelungit și mai mult durata de viață a bateriilor.

Caracteristicile electrice ale bateriilor au fost de asemenea cu mult îmbunătățite în ultimii ani. S-a vorbit mai sus despre îmbunătățirea indicelui de utilizare a masei active prin introducerea plăcilor tubulare în locul celor de tip Planté, cît și prin subțierea grătarelor la bateriile auto și tracțiune. Tabela 3 arată acest lucru.

Vom mai menționa aici că la bateriile de tracțiune s-a ridicat capacitatea specifică de la 10 Wh/kg la 49 Wh/kg.

S-a îmbunătățit de asemenea capacitatea bateriilor de șoc la temperaturi normale, cît și la temperaturi joase. Curentul de descărcare al bateriilor, la șoc a fost mărit de la 3 C_{10} la 3 C_{20} și chiar la 3,5 C_{20}, C_{20} fiind capacitatea nominală la o descărcare de 20 ore.

Concluzii

Industria noastră de acumulatoare a cunoscut o mare dezvoltare în anii regimului democrat popular. S-au obținut succese deosebite în mărirea capacității de producție și în creșterea productivității muncii prin introducerea unor agregate automate și semiautomate, cît și prin aplicarea tehnologiei moderne de fabricație.

Astfel, producția de acumulatoare a crescut în 1960 de 6 ori față de nivelul atins în 1948. S-a mărit durata de viață a bateriilor auto pînă la circa 200 cicluri. S-a mărit, de asemenea, capacitatea de șoc a bateriilor noastre la + 25°C și — 18°C. Totuși aceste realizări sînt încă insuficiente.

Sarcinile care stau în fața noastră sînt de a ridica calitatea bateriilor noastre la nivelul mondial. Aceasta se poate realiza prin:

1. Introducerea în fabricație a plăcilor tubulare (Pantzer) în locul plăcilor pozitive de tracțiune și mare suprafață transportabile.
2. Mărirea duratei de viață și îmbunătățirea calităților de demaraj a bateriilor auto la temperatură joasă prin:
   — micșorarea rezistenței interioare a bateriilor;
   — utilizarea unui aliaj pentru grătare rezistent la peroxidarea anodică;
   — aplicarea unei rețete adecvate pentru masa activă;
   — găsirea unui procedeu care să împiedice desprinderea masei active de pe grătarul pozitiv.
3. Întrucît, atît durata de viață, cît și performanțele electrice ale bateriilor la ora actuală sînt condiționate în primul rînd de calitatea separatoarelor, se impune efectuarea unui program susținut de cercetări cu scopul de a găsi separatorul cel mai corespunzător.

Prin aplicarea acestor măsuri principale se poate ajunge la o calitate superioară a bateriilor, totodată realizînd un preț de cost cît mai scăzut.

Bibliografie

[1] *Vinal G. W.*: Storage Batteries. New York, 1955.
[2] *Genin M.*: 100 ani de progrese în acumulatoarele cu plumb. BSFE (1960) 1.
[3] *Tarrin M.*: Brevete recente în acumulatoarele electrice. Revue générale de l'Electricité **42** (1958) 8, 415.
[4] *Thomas U. B.* și colab.: Coroziunea și creșterea grătarelor de Pb—Ca în funcție de conținutul în calciu. Trans. Electrochem. Soc. **92** (1947) 313.
[5] *Mașovet V. P.* și *Lyandre A. Z.*: Efectul impurităților în aliajul Pb—Sb asupra funcționării acumulatoarelor. Jurnal Priklad Himii **21** (1947), 347.
[6] *Fink C. G.* și *Dornblatt A. J.*: Efectul argintului asupra funcționării plăcilor de acumulatoare de Pb—Sb. Trans. Electrochem. Soc. **79** (1941), 269.
[7] *Parr L. N.*: Aliaj Pb—Sn—Ba pentru plăci pozitive în baterii de acumulatoare cu Pb, J. Inst. Metals **10** (1959), 87.
[8] *Koval*: Căi posibile de mărire a duratei de viață a acumulatoarelor cu plumb. Vestn. Elektroprom. (1960) 2.
[9] *Pesty L.*: Probleme actuale ale acumulatoarelor cu plumb. Budapesta 1956.

Intrat în redacție la 2 august 1960

N o t e

O metodă pentru determinarea simultană a reactanţelor sincrone ale maşinilor cu poli aparenţi

Eugen Potolea * — Bucureşti

CZ 621.313.322.011.3

Într-o lucrare anterioară [1] s-au arătat două metode pentru determinarea reactanţei transversale a maşinii sincrone cu poli aparenţi. Din punct de vedere practic metodele arătate sînt uşor de aplicat în exploatare deoarece nu necesită decît întrebuinţarea voltmetrului şi ampermetrului. În schimb este nevoie ca maşina să fie pusă în sarcină. Această dificultate este însă mică, deoarece sarcina este uşor de realizat fiind o sarcină ohmică şi în plus de valoare redusă mult sub valoarea sarcinii nominale. În aceste condiţii este posibil ca în anumite cazuri metodele descrise să ne fie foarte utile. S-a considerat că determinarea reactanţei longitudinale este simplă şi cunoscută [2] şi este suficientă utilizarea unor aparate de măsură simple cum sînt ampermetrele şi voltmetrele, în timp ce pentru determinarea reactanţei transversale este necesară realizarea unor montaje speciale [3,4,5], utilizarea unui oscilograf sau a unui dispozitiv, pentru măsurarea decalajului dintre tensiunea electromotoare şi tensiunea la borne. Din acest motiv s-a căutat în lucrarea [1] să se completeze cele cunoscute privind determinarea reactanţei longitudinale cu cele două metode pentru determinarea reactanţei transversale.

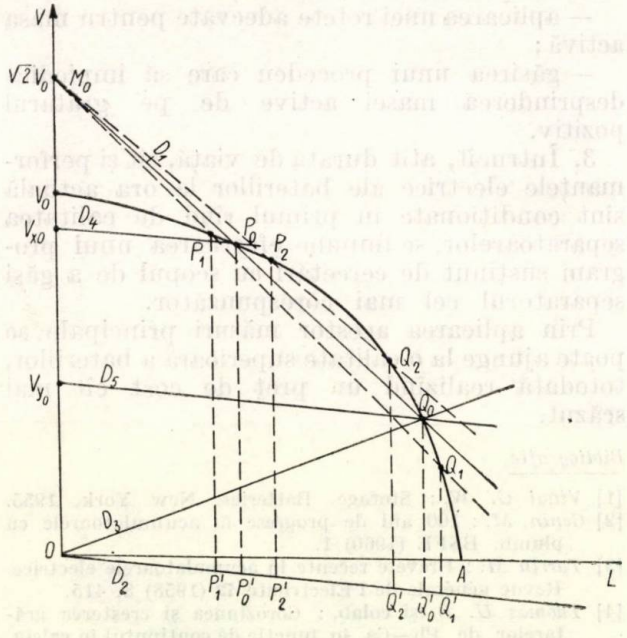


Fig. 1. Construcţie grafică pentru determinarea reactanţelor sincrone ale maşinii cu poli aparenţi.

Deoarece adîncirea cunoştinţelor, asupra reactanţelor maşinii sincrone precum şi familiarizarea cu aceste noţiuni şi mărimi este de cea mai mare importanţă, atît pentru energetician cît şi pentru constructorii de maşini electrice, vom arăta în lucrarea de faţă încă o metodă originală pentru determinarea simultană a reactanţelor longitudinală şi transversală ale maşinii sincrone, folosind acelaşi montaj simplu arătat [1], adică :

— Generatorul debitează pe o sarcină simetrică formată din simple rezistenţe, astfel încît factorul de putere este $\cos \varphi = 1$.

— Excitaţia generatorului este redusă astfel încît curenţii de sarcină sînt mai mici decît curentul nominal.

Caracteristica externă astfel obţinută (fig.1) permite fie determinarea separată a reactanţelor longitudinală şi transversală, fie determinarea lor simultană.

Pentru determinarea separată a reactanţelor se procedează după cum urmează :

— Se determină mai întîi reactanţa longitudinală cu relaţia :

$$X_d = \frac{V_0}{I_{sc}}$$

în care :

V_0 este tensiunea electromotoare la funcţionarea în gol, adică ordonata punctului de intersecţie a caracteristicii exterioare cu axa ordonatelor ;

I_{sc} — curentul de scurtcircuit la bornele generatorului, adică abscisa punctului de intersecţie a caracteristicii externe cu axa absciselor.

— Se determină apoi reactanţa transversală cu ajutorul unei construcţii grafice care necesită cunoaşterea parametrilor X_d şi R. În diagrama caracteristicii externe (fig.1) se fixează punctul M_0 de ordonată $\sqrt{2}\, V_0$ şi se duce o dreaptă D_1 cu coeficientul unghiular $-(R + X_d)$. Această dreaptă intersectează caracteristica externă în două puncte P_0 şi Q_0, coordonatele celui de-al doilea punct de intersecţie determină reactanţa transversală conform relaţiei :

$$X_q = \frac{V_{q0}}{I_{q0}} + R .$$

În articolul citat [1] ne-am ocupat cu determinarea separată a reactanţei transversale, considerînd că reactanţa longitudinală a fost determinată prin una din metodele cunoscute. În articolul de faţă vom prezenta o metodă originală

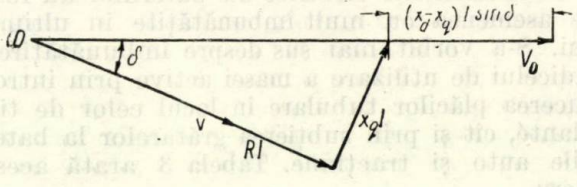


Fig. 2. Diagrama de funcţionare a maşinii cu poli aparenţi pentru $\cos \varphi = 1$.

pentru determinarea simultană a reactanţelor longitudinală şi transversală. Această metodă este ceva mai complicată însă ea prezintă avantajul că elimină erorile care ar putea să apară la determinarea separată a reactanţelor. Prin faptul că cele două reactanţe sînt determinate simultan pe aceeaşi construcţie grafică există posibilitatea verificării rezultatelor obţinute, aşa cum se va arăta în cele ce urmează.

* Ing. *E. Potolea*, candidat în ştiinţe tehnice, este conferenţiar la Institutul Politehnic — Bucureşti.

Descrierea metodei

a) Prin punctul M_0 de ordonată $\sqrt{2}\ V_0$, se trasează cîteva drepte D_1, care intersectează caracteristica externă în cîte două puncte (P_1, Q_1), (P_2, Q_2) etc.

Prin originea axelor de coordonate se trasează dreapta D_2, avînd coeficientul unghiular egal cu $-R$ (rezistența înfășurărilor statorice).

b) Se determină valorile relative ale segmentelor P_1P_1', Q_1Q_1' cuprinse între caracteristica externă și dreapta D_2:

$$x_1 = \frac{P_1P_1'}{OM_0}; \quad x_2 = \frac{P_2P_2'}{OM_0}$$
$$y_1 = \frac{Q_1Q_1'}{OM_0}; \quad y_2 = \frac{Q_2Q_2'}{OM_2} \tag{1}$$

c) Într-un sistem de axe XY (fig.5) se trasează curba C_1, determinată de coordonatele (1), precum și curba C_2 determinată de funcțiunea

$$y = x\frac{2x^2 - 1}{6x^2 - 6x + 1} \tag{2}$$

Intersecția curbelor C_1 și C_2 determină punctul C_0 (x_0, y_0) căruia îi corespunde pe caracteristica externă perechea de puncte P_0, Q_0 de coordonate (V_{p0}, I_{p0}) și (V_{q0}, I_{q0}). Aceste puncte se determină construind dreptele D_4 și D_5 paralele cu D_3 și avînd ca ordonate la origine.

$$V_{x0} = \sqrt{2}\ V_0\ x_0$$
$$V_{y0} = \sqrt{2}\ V_0\ y_0 \tag{3}$$

d) Reactanțele sincrone X_d și X_q sînt date de relațiile:

$$X_d + R = \frac{\sqrt{2}\,V_0 - V_{p0}}{I_{p0}}$$
$$X_q - R = \frac{V_{p0}}{I_{p0}} \tag{4}$$

e) Ca o verificare a determinărilor făcute se verifică relația:

$$\frac{X_q}{X_d} = \frac{y_0}{1 - y_0} \tag{5}$$

În anexa 1 este dată justificarea teoretică a metodei.

Rezultate experimentale

Pentru ilustrarea și verificarea metodei expuse s-au făcut determinări pe o mașină sincronă cu poli aparenți de la laboratorul de Mașini Electrice al Institutului Politehnic-București.

Caracteristicile mașinii sînt:

$$P_n = 2{,}5\ \text{kW};\ \cos\varphi_n = 0{,}7;\ V_n = 120\ \text{V}$$

Parametrii R, X_d, X_q, determinați prin metode clasice, au valorile:

$$R = 0{,}87\ \Omega;\ X_d = 9{,}6\ \Omega\ ;\ X_q = 6{,}3\ \Omega$$

Ridicarea caracteristicii externe s-a făcut folosind un montaj în care motorul de antrenare al generatorului a fost un motor asincron sincronizat iar sarcina generatorului a fost un reostat trifazat. Rezultatele măsurătorilor efectuate cu aparate de clasa 0,2 sînt date în tabelele de mai jos, iar caracteristicile externe corespunzătoare sînt reprezentate în diagramele din figurile 3 și 4 în care s-au folosit scările:

— pentru tensiuni 1 cm = 2 V;
— pentru curenți 1 cm = 0,2 A.

Se constată că cele mai indicate caracteristici pentru a fi folosite la determinarea reactanțelor sînt caracteristicile 2 și 3. Într-adevăr, caracteristica 4 nu conține punctul Q_0 și în consecință ea ar trebui continuată pentru curenți mai mari decît 6 A. Caracteristica 1 ar putea fi folosită însă dat fiind valorile mici ale curenților și tensiunilor, determinarea reactanțelor s-ar face cu erori prea mari.

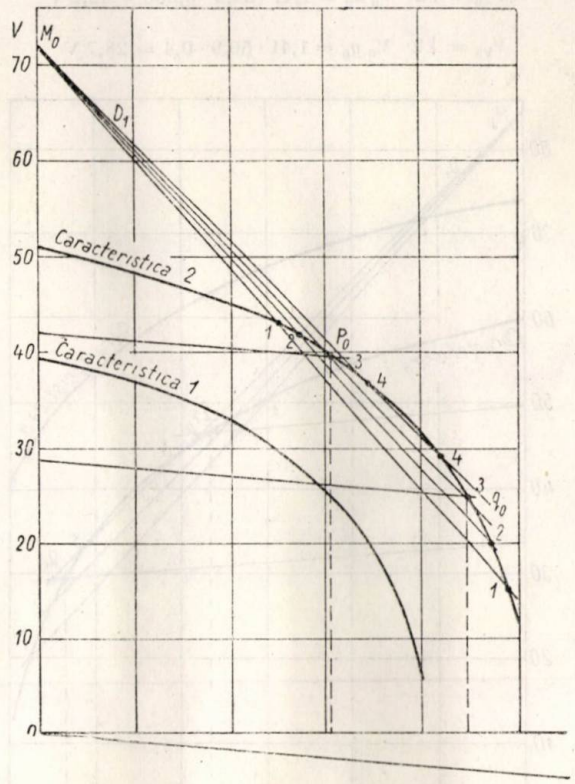


Fig. 3. Caracteristicile externe 1 și 2.

Caracteristica 1

V(V)	39,4	35,3	29,00	19,4	5,66
I(A)	0	1,46	2,60	3,46	4,00

Caracteristica 2

V(V)	50,9	48,5	44,9	39,9	34,6	22,6	12,5
L(1)	0	0,95	2,15	3,00	3,70	4,55	4,95

a) Folosind caracteristica 2 s-au construit patru drepte din familia D_1 și s-au determinat perechile de puncte 1, 2, 3, 4 precum și coordonatele relative corespunzătoare:

$$x_1 = \frac{43 + 2{,}2}{71{,}9} = 0{,}63 \qquad y_1 = \frac{16 + 4{,}2}{71{,}9} = 0{,}282$$

$$x_2 = \frac{41{,}5 + 2{,}4}{71{,}9} = 0{,}612 \qquad y_2 = \frac{21 + 4}{71{,}9} = 0{,}348$$

$$x_3 = \frac{39 + 2{,}7}{71{,}9} = 0{,}58 \qquad y_3 = \frac{25{,}9 + 3{,}8}{71{,}9} = 0{,}413$$

$$x_4 = \frac{37 + 2{,}9}{71{,}9} = 0{,}556 \qquad y_4 = \frac{29 + 3{,}6}{71{,}9} = 0{,}454$$

Folosind aceste coordonate s-a trasat curba *1* din figura 5 și s-a determinat punctul C_0 de coordonate:

$$x_0 = 0{,}588$$
$$y_0 = 0{,}4$$

S-au construit în figura 3 dreptele paralele cu D_2 şi avînd ordonatele la origine :

$$V_{x0} = \sqrt{2} \cdot V_0 x_0 = 1{,}41 \cdot 50{,}9 \cdot 0{,}588 = 42{,}2 \text{ V}$$

$$V_{y0} = \sqrt{2} \cdot V_0 y_0 = 1{,}41 \cdot 50{,}9 \cdot 0{,}4 = 28{,}7 \text{ V}$$

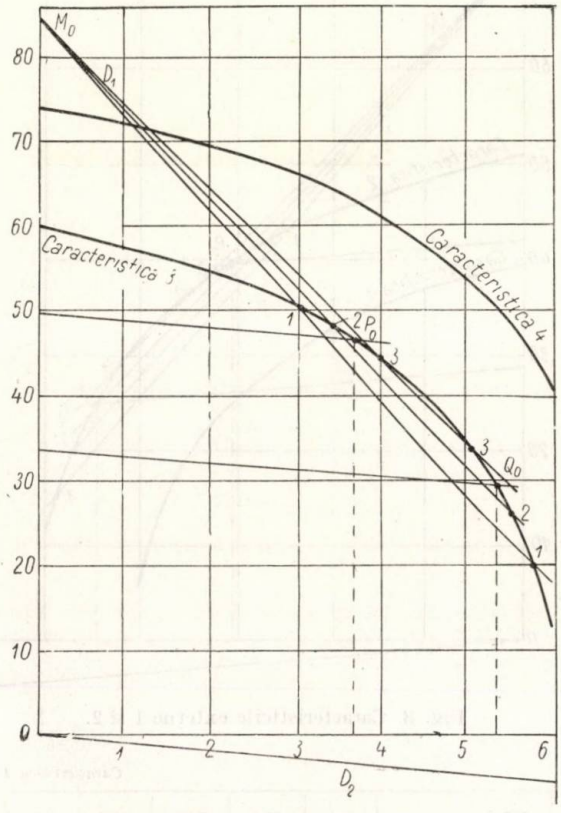


Fig. 4. Caracteristicile externe 3 şi 4.

Caracteristica 3

V(V)	60	57,5	54,5	50,5	44	34	15
I(A)	0	1	2	3	4	5	6

Caracteristica 4

V(V)	74	72	69,5	65,8	60,2	49
I(A)	0	0,90	1,90	2,98	4,20	5,45

Coordonatele punctelor P_0 şi Q_0 sînt :

$$P_0 (39{,}8 \text{ V} ; 3{,}02 \text{ A}) ; \; Q_0 (24{,}8 \text{ V} ; 4{,}43 \text{ A})$$

astfel încît din relaţia (4) rezultă :

$$X_d + R = \frac{71{,}9 - 39{,}8}{3{,}02} = 10{,}63$$

$$X_q - R = \frac{24{,}8}{4{,}43} = 5{,}59$$

sau :

$$X_d = 10{,}63 - 0{,}87 = 9{,}76$$

$$X_q = 5{,}59 + 0{,}87 = 6{,}46$$

Verificarea raportului :

$$\frac{X_q}{X_d} = \frac{6{,}46}{9{,}76} = 0{,}663$$

$$\frac{X_q}{X_d} = \frac{y_0}{1 - y_0} = \frac{0{,}4}{0{,}6} = 0{,}666$$

Se constată că erorile asupra determinărilor lui X_d şi X_q sînt respectiv 1,6 % şi 2,5 %.

b) Folosind caracteristica 3 s-au construit trei drepte din familia D_1 şi s-au determinat perechile de puncte 1, 2, 3 precum şi coordonatele relative corespunzătoare :

$$x_1 = \frac{50{,}2 + 2{,}7}{84{,}6} = 0{,}625 \qquad y_1 = \frac{19{,}7 + 5}{84{,}6} = 0{,}292$$

$$x_2 = \frac{47{,}5 + 3}{84{,}6} = 0{,}597 \qquad y_2 = \frac{27{,}5 + 4{,}6}{84{,}6} = 0{,}379$$

$$x_3 = \frac{44{,}2 + 3{,}5}{84{,}6} = 0{,}563 \qquad y_3 = \frac{33{,}6 + 4{,}4}{84{,}6} = 0{,}449$$

Folosind aceste coordonate s-a trasat curba *2* din figura 5 şi s-a determinat punctul de coordonate :

$$x_0 = 0{,}588$$

$$y_0 = 0{,}4$$

S-au construit în figura 4 dreptele paralele cu D_2 şi avînd ordonatele la origine :

$$V_{x0} = \sqrt{2} V_0 X_0 = 1{,}41.60 \cdot 0{,}588 = 49{,}7 \text{ V}$$

$$V_{y0} = \sqrt{2} V_0 Y = 1{,}41.60 \cdot 0{,}4 = 33{,}8 \text{ V}$$

Coordonatele punctelor P_0 şi Q_0 sînt :

$$P_0 (46{,}5 \text{ V} ; 3{,}66 \text{ A}) ; \; Q_0 (29 \text{ V} ; 5{,}33 \text{ A})$$

astfel încît din relaţiile (4) rezultă :

$$X_d = R = \frac{84{,}6 - 46{,}5}{3{,}66} = 10{,}41$$

$$X_q - R = \frac{29}{5{,}33} = 5{,}44$$

sau :

$$X_d = 10{,}41 - 0{,}87 = 9{,}54$$

$$X_q = 5{,}44 + 0{,}87 = 6{,}31$$

Verificarea raportului :

$$\frac{X_q}{X_d} = \frac{6{,}31}{9{,}54} = 0{,}663$$

$$\frac{X_q}{X_d} = \frac{y_0}{1 - y_0} = \frac{0{,}4}{0{,}6} = 0{,}666$$

Se constată că erorile asupra determinărilor lui X_d şi X_q sînt respectiv 0,62 % şi 0,16 %.

Din compararea rezultatelor obţinute cu ajutorul celor două caracteristici externe rezultă că ultima permite determinarea reactanţelor cu o precizie mai bună. Aceasta se datoreşte pe de o parte faptului că tensiunile şi curenţii cu care se lucrează sînt mai mari şi pe de altă parte determinarea punctului C_0 din figura 5 se face cu o precizie mai bună dat fiind că cele două curbe se intersectează sub un unghi mai mare decît în cazul curbei *1*. În concluzie este recomandabil să se utilizeze întotdeauna caracteristica externă corespunzătoare tensiunii de mers în gol egală aproximativ cu 50 % din tensiunea nominală.

Concluzii

Metoda propusă pentru determinarea simultană a reactanțelor X_d și X_q poate prezenta cîteodată avantaje față de metodele utilizate în mod curent:

— Montajul utilizat este simplu și nu necesită ca aparate de măsură decît ampermetre și voltmetre.

— Ridicarea caracteristicii externe se face în condiții particulare mai avantajoase față de cazul general, dat fiind că forța electromotoare a generatorului este redusă și la fel sînt reduși și curenții de sarcină.

— Determinarea reactanțelor X_d și X_q se face printr-o construcție grafică simplă care prezintă posibilitatea verificării rezultatelor obținute cu ajutorul relației (5).

Trebuie menționat că metoda propusă este indicată pentru mașinile de puteri relativ mici. Pentru mașinile mari ea prezintă dezavantajul că necesită un reostat cu lichid de o putere corespunzătoare.

ANEXA 1

Justificarea teoretică a metodei

Metoda esxpusă se bazează pe observația că ecuațiile de funcționare ale mașinii cu poli aparenți, pentru $\cos\varphi = 1$, (fig. 2)

$$\begin{aligned} V\cos\delta + RI\cos\delta + X_d I\sin\delta &= V_0 \\ V\sin\delta + RI\sin\delta - X_q I\cos\delta &= 0 \end{aligned} \tag{1.1}$$

capătă o formă simplă în cazul particular cînd unghiul $\delta = 45°$:

$$\begin{aligned} V + RI + X_d I &= \sqrt{2}\, V_0 \\ V + RI - X_q I &= 0 \end{aligned} \tag{1.2}$$

Metoda constă în a determina pe caracteristica externă punctele de funcționare în care $\delta = 45°$ pentru ca apoi folosind relațiile (1.2) să se determine reactanțele sincrone X_d și X_q.

Aceste puncte pot fi determinate grafic (fig. 1) intersectînd caracteristica externă:

$$V = \varphi(I) \tag{1.3}$$

cu dreptele:

$$D_1 = \sqrt{2}\, V_0 = (X_d + R)\, I$$

$$D_3 = (X_q - R)\, I \tag{1.4}$$

Cele două puncte de intersecție M_1 și M_2 pot fi determinate și pe cale analitică. În acest scop se folosesc relațiile (1.1) și prima relație din (1.2). Dacă se ia ca necunoscută

$$Z = \frac{V}{I} + R \tag{1.5}$$

relațiile menționate conduc la o ecuație de gradul patru care admite numai două rădăcini reale (Anexa 2) corespunzătoare punctelor P_0 și Q_0:

$$\begin{aligned} \frac{V_{p0}}{I_{p0}} + R &= \alpha_0 X_d \\ \frac{V_{q0}}{I_{q0}} + R &= X_q \end{aligned} \tag{1.6}$$

Coeficientul α_0 este soluția reală, unică a ecuației de gradul trei:

$$\frac{X_q}{X_d} = \alpha\,\frac{1 + 2\alpha - \alpha^2}{\alpha^2 + 2\alpha - 1}. \tag{1.7}$$

Din relațiile (1.2) și (1.6) se obține:

$$\frac{V_{p0} + RI_{p0}}{\sqrt{2}\, V_0 - (V_{p0} + RI_{p0})} = \alpha_0 \tag{1.8}$$

$$\frac{V_{q0} + RI_{q0}}{\sqrt{2}\, V_0 - (V_{q0} + RI_{q0})} = \frac{X_q}{X_d}$$

sau:

$$\frac{V_{p0} + RI_{p0}}{\sqrt{2}\, V_0} = \frac{\alpha_0}{\alpha_0 + 1} = x_0 = \frac{P_0 P'_0}{OM_0}$$

$$\frac{V_{q0} + RI_{q0}}{\sqrt{2} V_0} = \frac{\frac{X_q}{X_d}}{\frac{X_q}{X_d} + 1} = y_0 = \frac{Q_0 Q'_0}{OM_0} \tag{1.9}$$

Introducînd în (1.7) schimbarea de variabilă dată de (1.9) se obține relația (2).

Evident că relațiile (1.9) sînt satisfăcute numai pentru perechea de puncte P_0, Q_0. Pentru celelalte perechi de puncte (P_1, Q_1), (P_2, Q_2) etc., coordonatele relative (1) determină în planul XY o curbă C_1. Intersecția curbei C_1 cu curba C_2 de ecuație (2) determină coordonatele x_0, y_0 care satisface relațiile (1.9).

ANEXA 2

Pentru a determina analitic punctele de intersecție ale dreptei D_1 cu caracteristica externă se procedează după cum urmează:

Se elimină unghiul δ între ecuațiile de funcționare (1.1)

$$\begin{aligned} I\cos\delta\left(\frac{V}{I} + R + X_d\,\mathrm{tg}\,\delta\right) &= V_0 \\ \left(\frac{V}{I} + R\right)\mathrm{tg}\,\delta &= x_q \end{aligned} \tag{2.1}$$

și se obține:

$$I\,\frac{Z^2 + X_d X_q}{\sqrt{Z^2 + X_q^2}} = V_0 \tag{2.2}$$

cu notația:

$$Z = \frac{V}{I} + R \tag{2.3}$$

Prima relație din (1.2) poate fi scrisă sub forma:

$$I(Z + X_d) = \sqrt{2} V_0 \tag{2.4}$$

astfel încît din (2.2) și (2.4) rezultă:

$$\frac{\sqrt{Z^2 + X_q^2}}{Z^2 + X_d X_q}(Z + X_d) = \sqrt{2} \tag{2.5}$$

Este ușor de văzut că relația (2.5) conduce la o ecuație de gradul patru:

$$(Z - X_q)\,\Phi(Z) = 0 \tag{2.6}$$

în care:

$$\Phi(Z) = Z^3 - (2X_d - X_q)\,Z^2 + X_d\,(2X_q - X_d)\,Z - X_d^2 X_q \tag{2.7}$$

Se constată că ecuația (2.6) admite cel puțin două rădăcini reale:

$$\begin{aligned} Z_1 &= X_d \\ Z_2 &= \alpha_0 X_q \end{aligned} \tag{2.8}$$

Este uşor de văzut că cea de a doua rădăcină Z_2 este mai mare decît Z_1 adică este cuprinsă între X_q şi $+\infty$ deoarece în acest interval funcţiunea $\Phi(Z)$ îşi schimbă semnul :

$$\Phi(\infty) = +\infty$$

$$\Phi(X_q) = 2\,X_q\,(X_q^2 - X_d^2) < 0 \qquad (2.9)$$

Ţinînd seama de relaţia (2.3) rezultă că rădăcina mai mică Z_1 corespunde punctului de intersecţie Q_0, iar rădăcina mai mare Z_2 corespunde punctului de intersecţie P_0 (fig. 1).

Pentru a determina rădăcina Z_2 se face schimbarea de variabilă :

$$Z = \alpha\,X_d \qquad (2.10)$$

astfel încît din (2.7) rezultă :

$$\alpha^3 - \left(2 - \frac{X_q}{X_d}\right)\alpha^2 + \left(2\,\frac{X_q}{X_d} - 1\right)\alpha - \frac{X_q}{X_d} = 0 \qquad (2.11)$$

Ecuaţia (2.11) admite o singură soluţie reală atunci cînd raportul X_q/X_d este curpins în limite mult mai largi decît cele întîlnite în practică. Pentru a demonstra aceasta se face substituţia :

$$\alpha = \beta + \frac{1}{3}\left(2 - \frac{X_q}{X_d}\right) \qquad (2.12)$$

astfel încît ecuaţia (2.11) devine :

$$\beta^3 + p\beta + q = 0 \qquad (2.13)$$

în care :

$$p = -\frac{1}{3}\left(\frac{X_q^2}{X_d^2} - 10\,\frac{X_q}{X_d} + 7\right)$$

$$q = \frac{2}{27}\left(\frac{X_q^3}{X_d^3} - 15\,\frac{X_q^2}{X_d^2} + 21\,\frac{X_q}{X_d} - 17\right) \qquad (2.14)$$

Calculînd discriminantul ecuaţiei (2.13)

$$\frac{p^3}{27} + \frac{q^2}{4} = -2\left(\frac{X_q}{X_d}\right) + 28\left(\frac{X_q}{X_d}\right)^3 - 11\left(\frac{X_q}{X_d}\right)^2 + 28\left(\frac{X_q}{X_d}\right) - 2 \qquad (2.15)$$

şi egalîndu-l apoi cu zero se obţine o ecuaţie reciprocă care admite două rădăcini imaginare şi două rădăcini reale :

$$\left(\frac{X_q}{X_d}\right)_1 = 0{,}055\,; \qquad \left(\frac{X_q}{X_d}\right)_2 = 13{,}68$$

Pentru valori ale raportului X_q/X_d cuprinse între rădăcini adică între limitele 0,055 şi 13,68 discriminantul ecuaţiei (2.13) capătă valori pozitive şi deci ecuaţiile (2.13) şi (2.11) admit cîte o singură rădăcină reală.

Ştiind că ecuaţia (2.11) admite o singură rădăcină reală, aceasta poate fi determinată relativ uşor dacă se foloseşte împrejurarea că raportul X_q/X_d se exprimă simplu în funcţie de α :

$$\frac{X_q}{X_d} = \alpha\,\frac{1 + 2\,\alpha - \alpha^2}{\alpha^2 + 2\,\alpha - 1} \qquad (2.16)$$

Făcînd acum schimbarea de variabilă dată de relaţiile (1.9)

$$\alpha = \frac{x}{1 - x}$$

$$\frac{X_q}{X_d} = \frac{y}{1 - y} \qquad (1.17)$$

se obţine funcţiunea :

$$y = x\,\frac{2\,x^2 - 1}{6\,x^2 - 6\,x + 1} \qquad (2.18)$$

În tabela de mai jos sînt date valorile lui α, y şi x pentru diferite valori ale raportului X_q/X_d, iar în figura 5 este reprezentată funcţiunea (2.18) pentru cazul cînd raportul X_q/X_d este cuprins între limitele întîlnite în practică.

Observaţii. Dacă maşina studiată este cu poli înecaţi ecuaţia (2.6) admite două rădăcini egale, iar dreapta D_1 devine

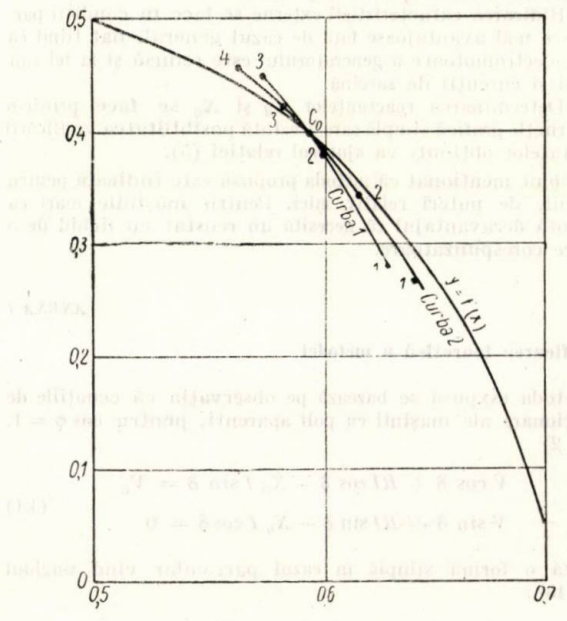


Fig. 5. Graficul funcţiunii $y = x\,\dfrac{2\,x^2 - 1}{6x^2 - 6x + 1}$

$\frac{X_q}{X_d}$	1	1,908	0,828	0,755	0,685	0,618	0,551	0,485	0,419	0,353
	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
y	0,5	0,476	0,453	0,430	0,406	0,382	0,355	0,326	0,295	0,260
x	0,5	0,524	0,545	0,565	0,583	0,600	0,615	0,630	0,643	0,655

tangentă la caracteristica externă. Construind tangenta D_1 se poate determina pe această cale reactanţa sincronă a maşinii cu poli înecaţi.

Dacă tensiunea de mers în gol V_0 este situată pe porţiunea saturată a caracteristicii de mers în gol atunci metoda expusă conduce la determinarea reactanţei longitudinale saturate. Cele două puncte de intersecţie P_0 şi Q_0 se vor apropia între ele ajungînd să se confunde în cazul cînd $X_{dsat} + R = X_q - R$. În cazul neinteresant în practică cînd $X_{dsat} + R < X_q - R$ rezultă că cele două puncte P_0 şi Q_0 îşi vor schimba rolul în sensul că P_0 va determina pe X_q iar Q_0 va determina pe X_{dsat}.

Bibliografie

[1] *Potolea E.* : Două metode pentru determinarea reactanţei transversale a maşinii sincrone cu poli aparenţi. Electrotehnica **8** (1960) 2, 41–45.

[2] *Piotrovschi L. M.* : Electriceskie maşini. Gosenergoizdat, Moscova, 1950.

[3] *Kovacs K. P.* : Messung der synchronen Längs-und Querraktanzen im Stillstand E. u M. **74** (1957) 21.

[4] *Centea O.* : Asupra determinării experimentale a reactanţei sincrone transversale a maşinii sincrone. Electrotehnica **4** (1959).

[5] *Potolea E.* : Maşina sincronă cu poli aparenţi, element nesimetric al reţelelor electrice. Electrotehnica **11** (1958).

Intrat în redacţie la 3 mai 1960.

Cronică

Cea de-a XI-a Conferință generală de măsuri și greutăți

Paris — octombrie 1960

CZ. 53.081 : 3 „1960"

În 1875 a fost semnată la Paris „Convenția Metrului", la care țara noastră a aderat în 1881.

Prin această convenție a fost înființat Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți, care execută cercetarea și compararea etaloanelor naționale și a celor internaționale, precum și un comitet internațional care conduce activitatea biroului.

Lucrările comitetului și biroului sînt analizate și aprobate de Conferința Generală de Măsuri și Greutăți care se întrunește o dată la șase ani în vederea luării de măsuri corespunzătoare pentru dezvoltarea sistemului metric.

În luna octombrie 1960 a avut loc cea de-a XI-a Conferință Generală de Măsuri și Greutăți. Această conferință prezintă o importanță deosebită, deoarece au fost dezbătute și adoptate rezoluții foarte importante pentru știință și tehnică, mai ales prin schimbarea definiției metrului și a secundei și prin fixarea Sistemului Internațional de Unități de Măsură.

În cele ce urmează se vor arăta hotărîrile cele mai importante ale acestei conferințe, care influențează desfășurarea activității de cercetare și a aplicațiilor practice tehnice în toate domeniile și care, fiind acceptate de țara noastră, trebuie să fie cunoscute de toată lumea.

1. Noua definiție a metrului

a) Metrul este lungimea egală cu 1 650 763,73 lungimi de undă în vid ale radiației corespunzînd tranziției între nivelurile $2\ P_{10}$ și $5\ d_5$ ale atomului de cripton 86.

b) Definiția metrului în vigoare din 1889, care se bazează pe prototipul internațional de platină iridiată, se abrogă.

c) Prototipul internațional al metrului sancționat de către Prima Conferință Generală de Greutăți și Măsuri din 1889 va fi păstrat la Biroul Internațional de Greutăți și Măsuri în condițiile fixate în 1889.

2. Noua definiție a secundei

„Secunda este fracțiunea 1/31.556.925,9747 a anului tropic pentru 0 ianuarie 1900 la ora 12 a timpului efemeridelor".

3. Sistemul internațional de unități

Conferința Generală a XI-a ținînd seama de hotărîrea Conferinței Generale a X-a din 1954, prin care au fost adoptate șase unități de măsură fundamentale ca bază pentru stabilirea unui sistem practic de măsurat pentru relațiile internaționale și anume :

lungimea	metru	m
masă	kilogram	kg
timp	secundă	s
intensitatea de curent electric	amper	A
temperatura termodinamică	grade Kelvin	°K
intensitatea luminoasă	candela	cd

precum și de necesitatea prescurtării denumirii acestui sistem și de prefixele pentru formarea multiplilor și submultiplilor unităților, hotărăște :

— sistemul fundat pe cele șase unități de bază de mai sus se desemnează sub denumirea de Sistem Internațional de Unități ;

— prescurtarea internațională a denumirii acestui sistem este „S.I." ;

— denumirile multiplilor și submultiplilor unităților sînt alcătuite cu ajutorul următoarelor prefixe :

Factorul prin care se multiplică unitatea	Prefixe	Simbol
$1\,000\,000\,000\,000 = 10^{12}$	tera	T
$1\,000\,000\,000 = 10^{9}$	giga	G
$1\,000\,000 = 10^{6}$	mega	M
$1\,000 = 10^{3}$	kilo	k
$100 = 10^{2}$	hecto	h
$10 = 10$	deca	da
$0{,}1 = 10^{-1}$	deci	d
$0{,}01 = 10^{-2}$	centi	c
$0{,}001 = 10^{-3}$	mili	m
$0{,}000\,001 = 10^{-6}$	micro	μ
$0{,}000\,000\,001 = 10^{-9}$	nano	n
$0{,}000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$	pico	p

În acest sistem se folosesc unitățile de mai jos, fără prejudicierea altor unități care ar putea fi adăugate în viitor.

Unități suplimentare			
Unghi plan	radian		rad
Unghi solid	steradian		sr
Unități derivate			
Suprafață	metru pătrat	m^2	
Volum	metru cub	m^3	
Frecvență	hertz	Hz	1/s
Masă de volum (densitate)	kilogram pe metru cub	kg/m^3	
Viteză	metru pe secundă	m/s	
Viteză unghiulară	radian pe secundă	rad/s	
Accelerație	metru pe secundă la pătrat	m/s^2	
Accelerația unghiulară	radian pe secundă la pătrat	rad/s^2	
Forță	newton	N	kgm/s^2
Presiuni (tensiunea mecanică)	newton pe metru pătrat	N/m^2	
Viscozitatea dinamică	newton-secundă pe metru pătrat	$N.s/m^2$	
Viscozitatea cinematică	metru pătrat pe secundă	m^2/s	
Lucru mecanic, energie, cantitate de căldură	joul	J	N.m
Putere	watt	W	J/s
Cantitate de electricitate	coulomb	C	A.s
Tensiunea electrică, diferență de potențial, forță electromotoare	volt	V	W/A
Intensitatea cîmpului electric	volt pe metru	V/m	
Rezistență electrică	ohm	Ω	
Capacitate electrică	farad	F	A.s/V
Flux de inducție magnetică	weber	Wb	V.s
Inductanță	henry	H	V.s/A
Inducție magnetică	tesla	T	Wb/m^2
Intensitatea cîmpului magnetic	amper pe metru	A/m	
Forța magnetomotoare	amper	A	
Flux luminos	lumen	lm	cd.sr
Luminiscență	candela pe metru pătrat	cd/m^2	
Iluminare	lux	lx	lm/m^2

Documentare

621.315.6 *Materiale izolante*

CZ 621.316.61 : 537.529

Unele considerații asupra stadiului final a străpungerii dielectricilor solizi. [După V. I. Obuhov: Izvestia vîsșih ucebnîh zavedenii-Energetika **3** (1960) 7, 45 — 50, 5 fig., 1 tab., 6 ref. bibl.]

Autorul studiază teoretic și experimental cel de-al doilea stadiu al străpungerii dielectricilor solizi: formarea scînteii electrice.

După ce prezintă considerațiile de natură teoretică cu referire la literatura de specialitate, este reprezentată schema de încercare cu aparatura și metodica corespunzătoare.

Aparatura permite înregistrarea atît a variației tensiunii la bornele elementului încercat, cît și panta curentului care trece prin dielectricul solid. Încercările experimentale sînt conduse pentru diferite materiale (KCl, KBr, KJ, ftoroplast-4 etc.) și pentru diferite grosimi ale probei (de la 0,08 pînă la 0,5 mm). Pe baza încercărilor efectuate s-a putut stabili că în cazul străpungerii dielectricilor solizi cu ajutorul unei surse de tensiune capabile să dea curent de zeci de amperi în aproximativ 10^{-9} s, căderea de tensiune este mai mică decît la arcul obișnuit.

B.P.

CZ 621.316.61 : 537.527

Caracteristicile de descărcare a izolatoarelor și intervalelor de aer la tensiune pulsatorie [După V. I. Siroid: Izvestia vîsșih ucebnîh zavedenii — Energetika **3** (1960) 9, pag. 30—36, 8 fig., 8 ref. bibl.]

Comportarea la supratensiuni de comutație a izolatoarelor și spațiilor de aer se dovedesc utile mai ales pentru liniile de înaltă tensiune în curent continuu; forma tensiunii de probă este continuă cu oscilații de frecvență cuprinse între 50 Hz pînă la mii de Hz. În articol autorul prezintă schema principială a instalației de încercat, cu elementele componente după care arată caracteristicile determinate: tensiunea de conturnare pe cale uscată și sub ploaie.

Au fost încercate elemente de izolatoare, lanțuri de izolatoare, izolatoare suport și intervale de aer tijă-placă.

Se reprezintă comparativ curbele: dependenta tensiunii de conturnare funcție de lungimea de izolație, atît pentru lanțurile de izolatoare, cît și pentru intervalele de aer.

Pe baza acestor curbe experimentale autorul stabilește relațiile empirice pentru tensiunile de conturnare (funcție de lungimea de izolație) și trage o serie de concluzii utile proiectării liniilor de înaltă și foarte înaltă tensiune. Articolul servește de asemenea, pentru cunoașterea metodologiei de încercare și particularitățile instalațiilor utilizate.

B.P.

CZ 621.315.616.9.004

Posibilități și limite privind utilizarea materialelor plastice în electrotehnică. [După G. Meyer: Elektrie **14** (1960) 10, 378—380]

Sînt tratate în primul rînd lacurile din materiale plastice, începîndu-se cu lacurile izolante mai principale: fenolul, poliamidele, poliuretanele, rășinile epoxidice și siliconii. Urmează benzile și foliile izolante din materiale plastice (polietilena, PVC etc), care înlocuiesc cu succes benzile de hîrtie, de pînză sau de mică și care se utilizează atît la izolarea cablurilor și conductelor cît și în construcția mașinilor și transformatoarelor. Tensiunea lor de străpungere (kV/mm) crește pe măsura ce grosimea lor scade. În privința rezistenței termice s-au dezvoltat poliesterul și policarbonatul, care rezistă la 180°C.

La izolarea conductoarelor, PVC se remarcă prin simplificarea tehnologiei, eliminarea vulcanizării, creșterea rezistenței mecanice, impermeabilitate și posibilitatea de colorare. Pentru temperaturi mai ridicate pînă la 185°C la curenți mari se folosește cauciucul-silicon. Datorită rezistenței la umiditate s-au putut realiza și conductoare bandă montate fără tuburi protectoare sub tencuială. Urmează observații privind cablurile pentru curenți purtători și cele submarine.

Prin combinația cu hîrtie, fire de sticlă sau rășini (fenol, silicon, melanină etc.) se realizează materiale izolante cu rezistență termică mai ridicată sau cu calități electrice superioare. Cu ajutorul straturilor de rășini epoxidice s-a obținut baza izolantă pe care se aplică schemele imprimate prin lipirea lor cu acetat polivinilic sau cu rășini fenolice.

La schemele imprimate flexibile se utilizează ca bază izolantă folia de poliester.

Sînt indicate apoi avantajele rășinilor turnate: fabricarea anumitor piese, fixarea bobinajelor la mașini în rășina turnată, respectarea dimensiunilor datorită contractării minimale la răcire (în comparație cu porțelanul) aderența solidă la părțile metalice, posibilitatea de amestec cu materiale de umplutură (făină de cuarț etc.) și adaptarea comodă la formele cerute. Se insistă asupra varietății produselor din rășini epoxidice: izolatoare-suporți, întreruptoare de înaltă tensiune, mufe terminale, motoare submarine și transformatoare de măsură.

Fenoplastele servesc la piesele fasonate (prize, întreruptoare) și fac posibilă de exemplu executarea ștecherului și conductei corespunzătoare dintr-o singură bucată. Pentru carcasele instrumentelor și aparatelor se utilizează PVC-ul rezistent, sudabil și colorabil. În tehnica înaltei frecvențe polistirolul servește la fabricarea celor mai felurite piese cîntărind de la fracțiuni de gram pînă la mai multe kilograme. Sînt scoase apoi în evidență însușirile mecanice ale poliamidelor (roți dințate, bare de întreruptoare, carcase etc.) — cum și însușirile optice ale rășinilor acrilatice.

G.C.

CZ 621.315.612.6 :621.315.524.4

Sticlă de tip nou pentru izolatoare de înaltă tensiune. [După L. A. Junina, N.A. Tiniakov: Izvestia vîsșih ucebnîh zavedenii Energetika **3** (1960) 7, 51—55, 2 tab., 4 ref. bibl.]

Potrivit cifrelor de control cu privire la dezvoltarea economiei U.R.S.S. — arată autorul — este necesară construirea liniilor de înaltă tensiune la un preț de cost cît mai redus. O cale de obținere a prețului de cost scăzut este reducerea prețului de cost și a greutății izolatoarelor care se poate realiza pe calea utilizării sticlei ca material electroizolant.

Utilizarea sticlei ca material electroizolant permite: obținerea unei rigidități electrice și mecanice a izolatoarelor superioare celor din porțelan, reducerea gabaritelor, reducerea greutății și a consumului de metal pentru armături, automatizarea procesului de producție, exploatarea liniilor mai ușoară (la străpungerea izolatorului el se sparge sau își menține stabilitatea dinamică), reducerea prețului de cost dat fiind materialele utilizate etc.

Toate acestea au ca rezultat reducerea prețului de cost și a cheltuielilor de exploatare pentru liniile de înaltă tensiune.

Autorul încearcă mai multe mostre de sticlă pentru care analizează posibilitatea tehnologică de realizare, componenta fizică, caracteristicile mecanice și electrice. Ca rezultat prezintă patru din cele mai bune mostre care urmează a mai fi încercate în timpul procesului tehnologic de fabricație; mostrele au ca elemente componente SiO_2 (55%), Al_2O_3 (între 5 și 15%), CaO (între 15 și 10%), MgO (între 10 și 5%), MnO (între 15 și 10%) și posedă calități mecanice și electrice ridicate.

B.P.

CZ 621.315.2/3 :620.193.86 :599.32

Distrugerea de către animalele rozătoare a conductoarelor izolate cu materiale sintetice. [După Becker: Elektr. Z-B. **12** (1960) 13, 311—314.]

Cîteva cazuri în care conducte izolate cu PCV au fost roase pînă la conductorul de metal de către şoareci, au provocat studierea de aproape a problemei dacă animalele rozătoare au o preferinţă deosebită faţă de această categorie de izolaţie şi care ar fi motivele acestei preferinţe. Sînt descrise experienţe care dovedesc că animalele nu folosesc materialele izolante ca hrană ci le distrug doar spre a-şi croi drumul spre locurile cu alimente sau spre ieşirile afară. La autopsia făcută unor şobolani, după ce au ros nişte plase din conducte izolate, nu s-a găsit nici o urmă din materialele distruse.

Constatarea că şobolanii preferă izolaţia conductoarelor electrice, a fost explicată în sensul că aceste conductoare sînt mai calde, au izolaţia mai moale şi mai uşor de ros. Presupunerea că aşchiile roase din materialele plastice ar servi acestor animale ca să-şi facă cuibul nu a fost confirmată de experienţe. Pînă la urmă s-a ajuns la concluzia sigură că rozătoarele atacă izolaţia din materialele plastice ca şi orice alte izolaţii doar atunci cînd aceste materiale le stă în drum. În schimb dacă este vorba de un obstacol, s-a dovedit prin alte experienţe, că au fost găurite şi table de cupru de 1,5 mm, care împiedicau pătrunderea la hrană.

În încheiere sînt enunţate cîteva constatări din practică în privinţa adîncimii pînă la care pătrund animalele rozătoare şi se recomandă ca la intrările cablurilor subterane în clădiri porţiunile de trecere ale cablurilor să fie armate.

G.C.

CZ 621.315.624.4 :621.315.612.6

Izolatoare din sticlă călită. [După E. F. Johnston: Electr. Rev. **166** (1960)8, 325—327, 4 fig.]

În 1952 autorul a prezentat la sesiunea CIGRÉ un raport „Izolatorul din sticlă călită pentru linii de transport". De atunci s-a produs o întreagă evoluţie a fabricaţiei. Pînă în 1950 izolatoarele de sticlă erau făcute prin încărcarea cantităţii necesare de sticlă topită din vana de topire în formă şi prin presare într-o presă manuală.

În 1950 au fost făcute primele încercări de fabricare pe maşină automată pentru izolatorul de cea mai simplă formă. Actualmente întreaga serie de izolatoare disc este fabricată astfel. Sticla topită curge din cuptorul de topire printr-un canal la al cărui capăt picătura de sticlă curge în formele aşezate pe o masă rotativă. Presarea şi formarea au loc în timpul rotirii mesei. Formarea picăturii cere o tehnică deosebită din cauza cantităţii mari de sticlă, căci trebuie evacuată multă căldură într-un timp foarte scurt. Trebuie să se folosească răcirea formelor şi pistoanelor cu apă şi vapori pentru a menţine temperaturile critice de lucru. Ciclul de fabricaţie, determinat de maşină, poate fi controlat, obţinîndu-se uniformitatea produselor, ceea ce este important pentru egalizare şi călire. În faza finală a fabricaţiei fiecare izolator este supus unei încercări la şoc termic. Presele de sticlă sînt încălzite şi apoi scufundate rapid şi complet într-o baie de apă rece, temperatura sticlei fiind în momentul scufundării cu cel puţin 100°C mai ridicată decît a apei. Acest tratament produce solicitări temporare la tensiune la suprafaţă, care se opun solicitării la compresiune prin călire. Dacă tensiunea produsă depăşeşte compresia de călire, izolatorul se sparge. Tensiunea se micşorează şi se anulează cînd sticla ajunge la temperatura apei. Cîteodată, în masa de sticlă rămîn incluse particule solide din materialul refractar al cuptorului sau din materiile prime parţial topite. Acelea care sînt în regiunile de compresiune nu deranjează, dar cele din zona de tensiune maximă dau loc la instabilitate, putînd produce concentrări de solicitare care, adăugată la tensiunea de călire, duce la spargerea spontană. Aceasta se poate produce fie în timpul fabricaţiei, fie în cursul depozitării sau chiar după montarea izolatoarelor. De aceea fabricanţii depozitează izolatoarele de sticlă călită circa 3 luni înainte de vînzare. Toate aceste măsuri şi controlul fabricaţiei reduc rebuturile.

Controlul electric de laborator este efectuat în staţiile de impuls. Maşinile pentru încercarea la sarcină în timp servesc la studiul performanţelor izolatoarelor supuse la diferite sarcini mecanice pe o lungă perioadă de timp. O maşină specială poate încerca diferite tipuri de lanţuri de izolatoare la sarcini mecanice variabile cu sau fără cicluri de îngheţ pentru a reproduce condiţiile de servicii în climă rece cu vibraţia conductoarelor. Întrucît murdărirea suprafeţelor izolatoarelor duce la o proastă repartiţie a potenţialelor de-a lungul unui lanţ de izolatoare, se face şi încercarea la murdărire artificială şi naturală, măsurîndu-se curenţii de fugă.

Izolatoarele din sticlă călită rezistă la tensiunea de călire numai pentru că sticla supusă acestei tensiuni nu are o suprafaţă exterioară. Îndată ce ea capătă o suprafaţă exterioară printr-o forţă mecanică sau termică suficientă pentru rupere, piesa se va sparge sub influenţa tensiunii interne, creînd astfel noi suprafeţe care vor da noi ţăndări pînă ce piesa aproape se pulverizează.

A.S.

CZ 621.315.616.96

Hipalon — un nou material electroizolant. [După W. Werblinski: Przeg. Elektrotechniczny **36** (1960)5, 182—184, 4 fig. 1 tabelă, 11 ref. bibl.]

Hipalonul se obţine prin clorsulfonarea polietilenei, ceea ce îi modifică caracterul termoplastic în al elastomerului. Spre deosebire de ceilalţi elastomeri, hipalonul nu conţine legături duble, este deci neutru faţă de ozon, dar necesită un alt procedeu de vulcanizare decît celelalte cauciucuri. Vulcanizarea lui cere prezenţa apei, în speţă a apei ce se formează în reacţia acizilor de metale cu acizi organici, în special răşinici, obţinuţi din colofoniu. Metalele cele mai indicate sînt: oxidul de plumb, oxidul de magneziu şi maleiatul tribazic de plumb care conţine oxid de plumb activ.

Amestecul de hipalon poate fi prelucrat în orice instalaţie standard pentru prelucrarea elastomerilor, însă din cauză că este termoplastic în stare nevulcanizată, ceea ce-i provoacă înmuierea violentă în timpul omogenizării amestecului, necesită un control tehnic sever, respectarea principiului răcirii maxime, cît şi o prelucrare cît mai rapidă. Hipalonul este rezistent la acţiunea ozonului şi oxigenului, nu îmbătrîneşte termic indiferent de adaosurile şi tehnologia prelucrării, este stabil la acţiunea factorilor atmosferici, în afară de razele ultraviolete. Amestecurile de hipalon la temperatura ordinară au proprietăţi mecanice mai bune decît celelalte cauciucuri. După vulcanizare sînt mai rigide, rezistă la ciocniri şi-şi păstrează elasticitatea pînă la o temperatură de —60°C. Nu sînt atacate de apă. Absorbţia la apă depinde totuşi de proprietăţile umpluturii şi adaosurilor. Materialul este rezistent la chimicale, uleiuri minerale şi vegetale, acid sulfuric, hidroxizi, glucol etilenic şi metanol, dar nu suportă acţiunea hidrocarburilor aromatice şi clorurate. Proprietăţile electrice sînt bune, mai ales dacă se vulcanizează în plumb. Poate fi folosit între altele, ca izolant pentru cabluri ce lucrează în mediu de ozon, umiditate şi la temperaturi ridicate.

I.K.

CZ 621.315.612.2.027.3 :666.593

Lucrări asupra compoziţiei şi tehnologiei masei de porţelan pentru izolatoare de înaltă tensiune. [După W. Lidmanowski, S. Boguslawski, K. Cyranowicz, J. Fekecz; Przeg. Elektrotechniczny, **36** (1960) 6, 227—231, 2 tabele, 5 fig., 18 ref. la bl.]

Masă de porţelan pentru izolatoarele de înaltă tensiune trebuie să satisfacă următoarele condiţii: a) rezistenţă la străpungere în special pentru izolatoarele de suspensiune cu o calotă şi pentru cele de trecere, b) rezistenţă mecanică la întindere, c) factori de pierderi tg δ redus, mai ales pentru izolatoarele de trecere, d) coeficient termic redus al creşterii tg δ.

Cercetările efectuate în anii 1958—59 la Institutul Electrotehnic au avut ca scop înlocuirea parţială a caolinului în condiţii de temperatură redusă cu argile nobile indigene, astfel încît să satisfacă dispoziţiile standardului PN—56/E—

06301. Concepţia modificării compoziţiei a fost bazată pe ultimele rezultate din străinătate. Punctul iniţial al studiilor a fost graficul lui G.J. Gilchrest şi Klinefelter, care exprimă următoarele teze : 1) nu se poate obţine concomitent o rezistenţă mecanică dielectrică şi termică optimă, 2) mărirea rezistenţei mecanice se obţine prin reducerea conţinutului de substanţe grase (caolin), 3) mărirea rezistenţei la străpungere se datoreşte sporului conţinutului de feldspat şi 4) mărirea refractarităţii — sporului de substanţe argiloase. Aceste teze sînt o simplificare avansată şi în practică nu dau totdeauna rezultate pozitive. Lucrătorii Institutului au alcătuit cîteva mase experimentale, în care o parte din caolin a fost înlocuită cu argile nobile indigene, şi cîteva alte compoziţii ca spărtura de porţelan în locul unei cantităţi corespunzătoare de cuarţ. Din amestecurile preparate s-au pregătit eprubete arse la temperatura de 1 260—1 410°C. Masa nr. 31 a dat rezultate optime, mai bune decît cele obişnuite şi anume : rezistenţa la încovoiere 820 — 880 kgf/cm² în loc de 630—760 kgf/cm² rezistenţa dielectrică cu puţin superioară celei obişnuite şi reducerea temperaturii de ardere la circa 1350 °C

I.K.

622.317 *Măsurări electrice*

CZ 621.317.714 :538.632

Măsurarea curenţilor continui şi alternativi cu ajutorul efectului Hall. [După M. E. Mazurov şi I. H. Prudnicov : Izmeritelnaia tehnica (1960) 7, 45→47].

Pornind de la relaţia care exprimă tensiunea Hall, funcţie de curentul ce trece prin înfăşurarea care creează cîmpul magnetic, se prezintă mai multe scheme ce pot fi folosite pentru măsurarea curenţilor alternativi ($\omega \neq 0$) sau a curenţilor continui ($\omega = 0$). Sînt analizate diferitele scheme şi se dau indicaţii asupra alegerii şi calculului parametrilor lor.

Aparatul construit experimental prezintă următoarele caracteristici tehnice : limita de măsură 2,5 ; 5 ; 10 A (scala aparatului este patratică) eroarea 3,5 % domeniul frecvenţelor de lucru 0 — 100 kHz, eroarea de temperatură în intervalul 10—40°C nu mai mare de 1 %, gabarit 145 × 90 × × 45 mm.

Comportarea aparatului în regim normal este bună ; el poate suporta timp scurt şi o suprasarcină de cinci ori curentul nominal.

Fl. T.

CZ 621.317.727.1

Noi cunoştinţe în legătură cu comportarea şi încercarea divizorilor de tensiune utilizaţi la măsura tensiunilor de şoc foarte mari, care variază rapid. [După K. Berger şi A. Asner : Bull. ASE **51** (1960) 16, 769—783, 10 ref.]

Se studiază teoretic şi experimental problema măsurării tensiunilor foarte înalte şi a tensiunilor de şoc cu ajutorul divizorilor de tensiune şi a cablurilor de legătură. În partea teoretică a articolului sînt descrise pe scurt procedeele cunoscute de determinare a erorii de transmitere a unui echipament de măsură a şocului, după răspunsul său la un şoc dreptunghiular. În cazul unui şoc cu frontul abrupt, se indică un nou procedeu de determinare a erorii, bazat pe răspunsul armonic (de fazaj şi amplitudine) a echipamentului de măsură. Eroarea este determinată în momentul ruperii t' prin dezvoltarea în serie a unei funcţii periodice $f(t')$ care cuprinde şocul în intervalul de la o la t'.

Experienţele făcute arată că etalonarea echipamentului de măsură a şocului după procedeele indicate de autori, dă aceleaşi erori de transmitere, rezultatele fiind în concordanţă cu studiile teoretice. De asemenea, răspunsul pentru un impuls dreptunghiular obţinut din răspunsul armonic al echipamentului de măsură, concordă foarte bine cu răspunsul ridicat direct.

Fl. T.

CZ 621.317.336 :755

Măsurarea impedanţelor cu ajutorul osilografului [După K.P. Mihailovscaia : Izmeritelnaia tehnica (1960) 9, 35—37, 7 ref.]

După ce se amintesc unele metode de determinare a defazajului dintre tensiuni, se descrie o metodă ce foloseşte osilograful catodic. Folosirea acestui instrument oferă importante avantaje ca : rezistenţa mare de intrare a aparatului, posibilitatea de a efectua măsurătorile într-o gamă mare de frecvenţe, de tensiuni ca şi pentru valori ale argumentului de la 0—90°. Măsura unghiului de defazaj φ, între două tensiuni de aceeaşi frecvenţă aplicate plăcilor orizontale şi verticale ale osilografului, se face cu ajutorul citirii a două unghiuri α şi β legate printr-o relaţie matematică. Modulul Z_n se determină dintr-o relaţie în care intervin α, β şi valoarea rezistenţei active legate în serie cu impedanţa studiată. Se descrie şi cazurile în care se folosesc în loc de rezistenţe active, capacităţi şi inductanţe, indicîndu-se pentru obţinerea unei precizii mari a măsurătorilor folosirea rezistenţei active dacă argumentul impedanţei de măsurat este mai mare ca 45° şi a inductanţei sau capacităţii dacă argumentul nu depăşeşte 45°.

Fl. T.

CZ 621.317.43 :536.54

Despre folosirea calorimetrului diferenţial în măsurătorile magnetice. [După B. P. Karpenko : Izmeritelnaia tehnica (1960) 8, 19—23 , 1 ref.]

După ce se descriu metodele folosite pînă acum în unele măsurări magnetice, se descrie o nouă metodă cu ajutorul căreia se pot determina puteri foarte mici, prin compararea cu o mărime cunoscută. Metoda calorimetrică de măsurare a pierderilor în materialele feromagnetice poate fi folosită ca încercare de control pentru verificarea preciziei aparatelor de măsură ca şi pentru controlul caracteristicilor materialelor magnetice de frecvenţe înalte, în laboratoarele fabricilor şi institutelor. Metoda descrisă este exactă chiar la schimbarea formei curbei de tensiune sau curent, iar rezultatele măsurării sînt practic independente de frecvenţă. Sistemul descris poate executa cu o mare precizie măsura puterilor mici, chiar la frecvenţe foarte înalte.

Analiza erorilor de măsură în cazul respectării metodicei de încercare indicată de autor, dă pentru puteri mai mari de 5 m W erori admisibile de ordinul ±1 %.

Fl.T.

CZ 621.317.333.8 ·621.315.614.6

Contribuţii la cunoaşterea rezistenţei la şoc electric a hîrtiilor izolante. [După W. Dieterle : Bull. ASE **51** (1960) 13, 637—650, 40 ref.]

În tehnica tensiunilor înalte, hîrtia impregnată în ulei constituie unul din materialele izolante de cea mai bună calitate. Comportarea remarcabilă a izolaţiei cu hîrtie impregnată în ulei, se datoreşte în parte „efectului" de barieră, a foii de hîrtie care împiedică migrarea ionilor sau a particulelor solide în ulei, care este cauza străpungerilor. Rezultatele de laborator obţinute au arătat că rezistenţa la şoc a hîrtiei depinde de permeabilitatea în aer a foilor (prin permeabilitate autorul înţelege porozitatea materialului şi justifică de ce prima definiţie este cea corectă) şi că grosimea, numărul de straturi, n-au decît o influenţă secundară. În schimb, viscozitatea mai mare a uleiului de impregnare dă valori ridicate pentru rezistenţa la şoc ca şi folosirea unor hîrtii cu o mare omogenitate a materialului.

Se descriu apoi, unele materiale care prezintă o constantă dielectrică şi tg δ de valori scăzute chiar la temperaturi mari şi se prezintă rezultatele comparative a rigidităţii dielectrice la frecvenţă industrială.

În anexă se descrie modul de determinare a permeabilităţii în aer a hîrtiei.

Fl.T.

CZ 621.317.733.2

Punte procentuală de curent continuu [După M.S. Roitman: Izmeritelnaia tehnica (1960) 7, 46—48.]

În condiţiile unei producţii de mare serie este indicată determinarea abaterii procentuale a parametrilor pieselor electrice ca: rezistenţe, capacităţi, inductanţe. În acest scop, se descrie un aparat bazat pe principiul unei punţi, cu indicator sensibil la fază la ieşire şi cu alimentare de la un generator de frecvenţă fixă şi tensiune stabilizată. Alegînd o frecvenţă de 1 000 Hz se pot verifica inductanţele în intervalul de la 50 mH la 50 H, capacităţile de la 500 pF la 0,5 μ F, rezistenţele de la 300 Ω la 300 k Ω. Aparatul permite determinarea procentuală a abaterii de la valoarea nominală cu o eroare de maximum 0,5% pe scala ± 5% şi 1,5% pe scala ± 20%, la variaţii ale tensiunii reţelei cu ± 10%. Gama de măsură a aparatului poate fi extinsă dacă se prevede posibilitatea schimbării frecvenţei tensiunii de alimentare a punţii.

Fl. T

CZ 621.317.39:536.532

Etalonarea termocuplelor [După Wiadomosci Elektrotechniczne, **20 27** (1960) 6,172—173, 3 fig. 4 ref. bibl.]

Folosirea termocuplelor în industrie se extinde mereu. Industria este deci forţată să organizeze laboratoare speciale de etalonare a acestor aparate. Metodele de verificare a termocuplelor trebuie să fie simple, însă să garanteze precizia cerută. Etalonarea prin comparare cu termometrul etalon nu este suficientă pentru tehnica actuală şi cere o instalaţie pentru măsurarea temperaturii la punctele termice constante. Pentru termocuplele din metale nobile se cere o precizie pînă la 0,2°C, pentru cele din metale obişnuite — pînă la 0,5°C.

Dacă termocupla este legată de un compensator, controlul ei poate fi simplificat prin folosirea unor plăcuţe de metal sau unor elemente din sîrmă cu o temperatură strict determinată de topire. Scara internaţională de temperatură din 1948 defineşte punctul de topire al argintului la 960,8°C şi al aurului la 1063°C. Pe baza acestor puncte constante se poate controla orice termocuplă în orice laborator industrial.

Instalaţia pentru etalonarea termocuplelor cuprinde un cuptor electric, o ţeavă de corund, o termocuplă, un compensator, o legătură de măsurare dintr-o plăcuţă de argint sau de aur montată prin presare sau sudare de electrozi, dintr-un dispozitiv de alimentare cu un gaz neutru de protecţie a plăcuţei împotriva impurităţilor. Măsurarea forţei electrotermice la punctul de topire se face cu un compensator. Temperatura cuptorului se ridică foarte încet prin salturi minime. Observîndu-se plăcuţa prin lunetă, cît şi modificarea temperaturii în timp, se stabileşte cu precizie momentul de trecere a metalului în stare fluidă. Forţa termoelectrică citită pe compensator în acest moment corespunde temperaturii de topire a metalului.

I.K.

Recenzii

CZ 517.432.1

G. Doetsch: **Einführung in die Theorie und Anwendung der Laplace-Transformation.** Birkhäuser V. Basel 1958 (Introducere în teoria şi aplicarea transformaţiei Laplace).

Autorul, un profesor de matematici superioare specializat în teoria funcţiilor, este cunoscut pentru studiile sale riguroase şi extinse privind fondarea teoretică a transformaţiei Laplace şi bazarea metodelor de aplicare a ei pe reguli de strictă valabilitate. El se poate considera ca unul din principalii oponenţi ai metodelor uneori empirice ale calculului operaţional iniţiat de Heaviside şi motivat ulterior de Carson, Giorgi şi K.W. Wagner. Dacă acest calcul a fost dezvoltat mai ales de către ingineri electricieni şi a menţinut încă mult timp o legătură intimă cu procesele tranzitorii din electrotehnică, descoperirea de către matematicieni a relaţiilor teoretice ale transformaţiei Laplace, pe care se bazează de fapt calculul operaţional şi a importanţei aplicaţiilor ei, a prilejuit o nouă fază de evoluţie în teoria proceselor tranzitorii. Matematicieni eruditi, între care şi autorul, au atacat studiul transformaţiei Laplace, în contrast cu inginerii, cu întregul arsenal de cunoştinţe din teoria funcţiilor de variabilă complexă şi — la început — fără a fi preocupaţi de aplicaţiile şi interpretările fizice ale metodei.

Autorul a scos mai multe cărţi teoretice care se înscriu pe această linie, între care (în aceeaşi editură), un manual (Handbuch) în trei volume (1950—1955—1957). Împreună cu prima sa carte despre teoria şi aplicarea transformaţiei Laplace (Springer, Berlin 1937), manualul se adresează de fapt matematicienilor şi nu poate fi urmărit fără cunoştinţe extinse în domeniul teoriei funcţiilor de variabilă complexă. Dat fiind că manualul este destinat a fi consultat parţial pe probleme şi domenii restrînse, autorul a crezut a completa cu prezenta carte un gol în literatura mondială, în sensul că pe de o parte materialul privind teoria şi aplicaţiile transformaţiei Laplace se prezintă succint dar în toată generalitatea lui şi însoţit de deducerile exacte ale teoremelor, pe de altă parte forma de prezentare şi stilul permit citirea în continuare a capitolelor. Astfel, cartea ar vrea să fie un curs pentru studenţii ingineri sau matematicieni, doritori să aprofundeze acest domeniu al matematicilor superioare care are atît de importante aplicaţii practice în tehnica modernă.

Materialul este prezentat într-un număr relativ mare de 28 paragrafe, fără o sistematizare strictă, ci cu intenţia de a începe cu noţiunile cele mai simple şi a progresa spre cele mai complicate, aplicînd teoria imediat la rezolvarea unor probleme „practice" (rezolvarea de probleme la limite).

Astfel, în primele şase paragrafe se tratează definiţia şi interpretările fizico-matematice ale integralei Laplace, ca funcţie spectrală a unei funcţii amortizate de timp, se precizează noţiunea de integrală, arătîndu-se cazuri cînd funcţia de timp nu este integrabilă în tot domeniul considerat, se analizează semiplanul (s) de convergenţă şi condiţiile de convergenţă a integralei, pentru a se trece la prezentarea ei ca transformaţie funcţională a planului t (timp) pe planul s (spectrul de atenuare-frecvenţă), sau a planului funcţiei „originale" $F(t)$ pe a celei „imagine" $f(s)$, atît în sens direct cît şi în sens invers. Cu această ocazie se discută condiţiile în care unei imagini îi corespunde univoc o funcţie originală şi se arată că o funcţie imagine nenulă nu poate fi periodică, dar este, în domeniul de convergenţă, totdeauna analitică, deci infinit derivabilă, derivatele fiind şi ele funcţii imagine.

Urmează patru capitole în care se analizează proprietăţile funcţiei imagine cînd funcţia originală sau variabila ei se modifică, tratîndu-se separat substituţia liniară a variabilei t, integrarea şi diferenţierea în domeniul original şi imaginea produsului de convoluţie.

O particularitate a sistematizării materiei o reprezintă trecerea în paragraful 12 la probleme cu valori iniţiale a ecuaţiilor diferenţiale ordinare cu coeficienţi constanţi, adică la aplicarea teoremelor expuse anterior, arătîndu-se eleganţa metodei în rezolvarea ecuaţiei diferenţiale de ordinul întîi şi după indicarea posibilităţii de dezvoltare în fracţii parţiale, a celei de ordin n. Pe un exemplu concret $Y'' - \alpha^2 Y = F(t)$ se arată că în mod similar se pot rezolva şi probleme la care se dau valorile iniţiale ale derivatelor funcţiei căutate sau valorile în două sau mai multe puncte ale frontierei funcţiei, adică în cazul problemelor la limite. Cu această ocazie se introduce funcţia Green cît şi valorile şi funcţiile proprii care simplifică mult soluţionarea problemei. Paragraful următor tratează soluţia în cazul unor funcţii perturbatoare $F(t)$ de diferite forme, evidenţiindu-se rolul factorului şi funcţiei de transfer ilustrate atît pe scheme bloc cu sisteme automate deschise şi închise, cît şi pe baza „algebrei" funcţiilor de transfer.

Treapta unitară şi oscilaţia sinusoidală la intrare se analizează mai detaliat şi se introduc caracteristicile de frecvenţă (amplitudine şi fază) cu locurile lor geometrice, arătîndu-se relaţiile lor cu funcţia de transfer. Intrarea impuls unitar prilejuieşte consideraţii interesante asupra integralelor unei funcţii înmulţite cu impulsul unitar, care se reduc la integrale Stieltjes ale acelei funcţii şi a diferenţialei treptei unitare. Se trece apoi la rezolvarea ecuaţiilor diferenţiale cu perturbaţie impulsorie şi se scoate în evidenţă importanţa soluţiei care este o funcţie Green a ecuaţiei diferenţiale ordinare analogă cu cea a ecuaţiilor cu derivate parţiale.

Paragraful 14 se referă la sisteme de ecuaţii diferenţiale omogene şi neomogene cu valori iniţiale nule şi la sisteme anormale care intervin în aplicaţiile fizice. Transformaţia Laplace aduce în toate aceste cazuri avantaje considerabile ce se disting prin claritate, simplitate, mersul obligatoriu al calculelor, reducerea numărului de sisteme de ecuaţii sau de determinanţi de rezolvat, includerea valorilor iniţiale în ecuaţii şi posibilitatea de a calcula oricare dintre necunoscute fără a le cunoaşte pe celelalte.

Urmează un paragraf asupra ecuaţiilor cu diferenţe finite a căror rezolvare cu ajutorul transformaţiei Laplace a cîştigat în importanţă pentru aplicaţiile practice. Apoi un paragraf privind analiza comportării funcţiei imagine la infinit, fără referire la comportarea funcţiei originale în apropierea originii, ceea ce se impunea.

Abia în paragrafele 17—19 se aduc în discuţie integrala complexă de transformare inversă din domeniul imagine în domeniul original, împreună cu discuţia drumului de integrare în funcţie de abscisa de convergenţă. De asemenea se arată posibilităţile deformării drumului de integrare în planul (s) în jurul unor puncte singulare din semiplanul drept şi de pe axa imaginară, deducîndu-se detaliat integrala complexă care reprezintă treapta unitară în planul (t) şi generalizîndu-se formula lui Hankel privind funcţia Gamma la argumente oarecare. Urmează calculul transformatei inverse cu ajutorul teoremei rezidurilor pentru transformaţia Laplace absolut şi simplu convergentă. Aici este remarcabilă teorema condiţiilor necesare şi suficiente pentru ca funcţia original să fie o funcţie nulă şi care se poate aplica util la studiul comportării funcţiilor original de durată scurtă, sau a comportării în imediata apropiere a originii.

Paragrafele următoare devin din ce în ce mai greu accesibile pentru ingineri. Ele privesc condiţiile pentru ca o funcţie $f(s)$ să poată fi o transformată Laplace, deducerea funcţiei original din dezvoltarea în serie a funcţiei imagine.

Ecuaţia lui Parseval şi transformarea produsului se deduc şi se dezvoltă pentru transformaţia Laplace simplă şi bilaterală cît şi pentru transformaţia Fourier, rezultînd consideraţii foarte importante pentru relaţiile de transformare a mediei patratice şi a patratului valorii absolute a funcţiei original, cît şi pentru produsul de convoluţie în planul imagine.

În paragraful 24 se revine asupra comportării asimptotice a funcţiei imagine la infinit, care se studiază pe baza comportării funcţiei original în origine. Reprezentarea asimptotică şi dezvoltarea în serii asimptotice completează consideraţiile care duc la stabilirea „teoremei valorii iniţiale" a funcţiei original, evidenţiind dificultăţile de a se trage concluzii în sens invers, din comportarea la infinit a imaginii asupra comportării iniţiale a funcţiei originale. Comportarea asimptotică a funcţiei originale la infinit, atît de importantă pentru cercetarea stabilităţii sistemelor, se analizează în cazul unor singularităţi univoce şi multivoce care se găsesc la stînga domeniului de olomorfie.

Ultimele paragrafe se referă la rezolvarea ecuaţiilor diferenţiale avînd coeficienţi de polinoame ca ecuaţiile Besseliene, apoi cu coeficienţi liniari şi ecuaţiile cu derivate parţiale, între care ecuaţia conductibilităţii căldurii, ecuaţia telegrafiştilor şi în fine ecuaţiile integrale de speţa întîia de tipul convolutiv, ca ecuaţiile integrale abeliene. Aceste părţi se prezintă pe baza unor exemple concrete, foarte utile pentru ingineri şi fizicieni. Astfel în cazul conductorului de căldură infinit, soluţia se obţine prin inversarea funcţiilor caracteristice implicite (nesincrone), denumite de Kirchhoff soluţii principale. Satisfacerea ecuaţiei şi a condiţiilor iniţiale şi pe frontieră de către soluţiile obţinute se verifică şi prezintă de multe ori dificultăţi considerabile. Se deduc şi cîteva soluţii singulare din considerarea unei influenţe exterioare impulsorii pe frontiere.

Volumul se încheie cu un indice de materii — regretabil — fără bibliografie. Pentru referinţe autorul trimite — la manualul său (unde se găsesc la sfîrşitul volumului 1).

Această carte remarcabilă se va aprecia cu totul diferit de matematicieni şi de ingineri sau fizicieni. Pe matematicieni îi va satisface exigenţa pentru enunţuri riguroase şi complete ale teoremelor, care includ toate condiţiile impuse, apoi verificările şi deducerile teoremelor, mai puţin ilustrate pe exemple concrete ale unor metode de rezolvare ale ecuaţiilor diferenţiale. Pe ingineri nu-i vor interesa demonstraţiile uneori laborioase ale teoremelor. Ei vor regreta că în locul lor nu apar aplicaţii ale teoremelor enunţate, care intervin în probleme fizice. În schimb ei vor constata cu satisfacţie că — contrar unor alte lucrări cu acelaşi obiect — aici se tratează de la început pînă la sfîrşit transformaţia Laplace.

Lucrarea nu este nici o a doua ediţie a cărţii din 1937 şi nici un rezumat simplu al manualului. Materialul este prezentat după alte criterii, autorul avînd evident grija de a nu aştepta prea mult cu aplicaţiile pentru a nu descuraja pe cititorii fizicieni şi ingineri. În comparaţie cu alte cărţi de „introducere" în metoda transformaţiei Laplace, expunerea pare matematizată. Totuşi este de aşteptat că orice fizician sau inginer va găsi mai degrabă în această carte o explicaţie şi o îndrumare în problemele practice care se pun în fizica şi tehnica nouă sau în automatică.

Din punct de vedere al formei prezentarea se poate considera exemplară, cu observaţia că editura nu a făcut economie de spaţiu, cînd a considerat că serveşte claritatea dispoziţiei. Atenţie la explicaţia notaţiilor speciale de pe pagina 8, între altele a conjugatei complexe! Lipseşte aici explicaţia iniţialelor V. P. în faţa multor formule.

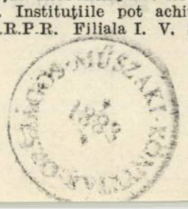
Este de presupus că fizicienii şi inginerii noştri vor putea utiliza cartea pentru adîncirea cunoştinţelor în mînuirea transformaţiei Laplace, acest eficace instrument de calcul şi analiză a proceselor tranzitorii de orice fel.

Dr. ing. **Aurel Avrameseu**

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ŞT. GROSU conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULEŢ, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini. Editor: Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia şi Administraţia: Bucureşti, Str. Ion Ghica, nr. 3. Raionul T. Vladimirescu Telefon 13.57.28—14.06.24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît şi privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30. Preţul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor ASIT, precum şi la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinete tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin Bucureşti. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2. — c. 370.



INHALTSVERZEICHNIS

DK 537.525.72 : 621.3.015.35

Dragu Gh. : **Messverfahren der Bildungsgeschwindigkeit der klydonographischen Figuren**

Electrotehnica **9** (1961)3, 77–85

Es wird ein Messverfahen der Bildungsgeschwindigkeit der Figuren beschrieben. Die erzielten Ergebnisse tragen zur Vertiefung der Deutung der physikalischen Vorgänge bei, die bei der Bildung dieser Figuren stattfinden.

DK 621.34 ; 621.316.718.5

Damsker D., Weinrich G., Landau I., Brana C. : **Die technischen Kennwerte der transistorbestückten selbststätigen Regelgeräte für elektrische Antriebe**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 85–96

Es werden die technischen Kennwerte einiger mit Transistoren bestückten Regelgeräten beschrieben, die im Institut für elektrotechnische Forschungen gebaut wurden. Das Gerät ist für Schaltungen bestimmt, die nicht von der Leistung und der Art des Motors und der geregelten Parametern (Drehzahl, Drehmoment, Beschleunigung, Stellung usf) abhängen. Die Anwendung dieser Geräte vereinfacht die Projektierungsarbeit der Reglungssysteme, bei denen elektrische Maschinen verwendet werden, verkürzt die Zeit der Inbetriebnahme der automatischen Anlagen und führt zu hochleistungsfähigen Systemen. Sie können zur Steuerung von Werkzeugmaschinen, Walzwerken, Fördermaschinen, Zementfabriken, Ausrüstungen der Papier-und Kunststoffindustrie, wie auch zur Regelung energetischer Aggregate verwendet werden.

DK 621.355.21 : 621.312 (498)

Kaszoni F., Nifescu Gh. : **Qualitätsfragen elektrischer Bleiakkumulatoren**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 97–101

Es werden neue Errungenschaften auf dem Gebiet der elektrischen Bleiakkumulatoren vorgelegt, und die Änderungen im Bau sowie neue technologische Verfahren beschrieben, die in der Fertigung der Akkumulatoren sich neuerdings eingeführt haben. Es werden die Errungenschaften unserer Akkumulatorenindustrie angeführt und technologische Massnahmen empfohlen, die zur Qualitätsverbesserung unserer Batterien und zu ihrer Anpassung an die Bedürfnisse der gegenwärtigen Technik ergriffen werden müssen.

KURZBERICHTE

DK 621.313.322.011.3

Potolea E. : **Ein Verfahren zur gleichzeitigen Bestimmung der synchronen Blindwiderstände der Aussenpolmaschinen**

Electrotehnica **9** (1961) 3, 102–106

Ausgehend von der äusseren Charakteristik der Synchronmaschine für $\cos \varphi = 1$ wird mit Hilfe einer graphischen Darstellung sowohl der Längs– als auch der Quer–Blindwiderstand bestimmt. Da die beiden Blindwiderstände gleichzeitig an Hand der gleichen graphischen Darstellung bestimmt sind, besteht die Möglichkeit, die erzielten Ergebnisse zu überprüfen und dadurch die Genauigkeit zu erhöhen.

CHRONIK, 107

RUNDSCHAU, 108–111

BUCHBESPRECHUNG, 111–112

INGINERI ŞI TEHNICIENI

Citiţi publicaţiile editate de

Institutul de Studii Romîno-Sovietic al Academiei Republicii Populare Romîne

Analele Romîno-Sovietice, seriile :

Metalurgie

Matematică-Fizică

Chimie

Revistele de Referate, seriile :

Fizică

Chimie

Matematică

Biblioteca Analelor Romîno-Sovietice, seria Tehnică

Buletinul de informare ştiinţifică

care vă vor sprijini în munca dvs. cu bogata experienţă a ştiinţei şi tehnicii sovietice şi vă vor informa asupra celor mai recente progrese realizate în aceste domenii.

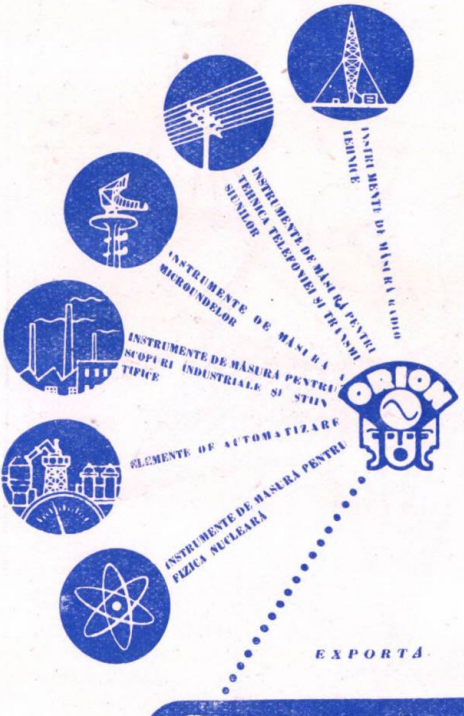
Abonamentele se primesc la oficiile P. T. T. R., factorii şi agenţii poştali, difuzorii de presă din întreprinderi şi instituţii şi direct la Institutul de Studii Romîno-Sovietic, Bucureşti str. Gutenberg nr. 3 bis, raionul Lenin, tel. 14.54.49

Tîrgul din Hanovra prezintă concomitent ofertele mai multor tîrguri concentrate în acelaşi spaţiu. În timp ce tîrgul general de mostre anterior era divizat într-o serie de tîrguri de specialitate, care aveau loc la date diferite, în prezent Hanovra, ţinînd pas cu necesităţile economiei mondiale moderne, a dezvoltat un nou tip de „tîrg industrial". Principiul de organizare constă într-o diviziune riguroasă pe ramuri de specialitate cu excluderea pavilioanelor naţionale.

Tîrgul industrial de mostre german HANOVRA

30 APRILIE — 9 MAI 1961

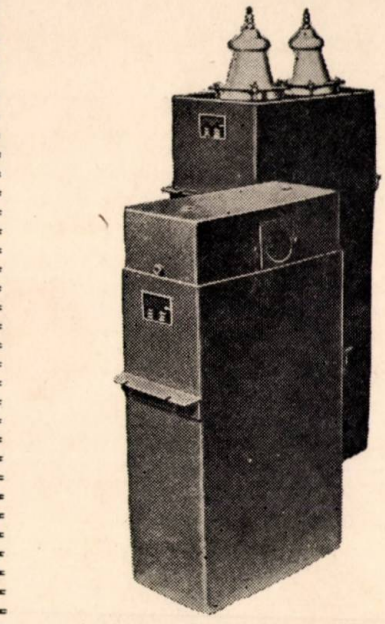
INSTRUMENTE DE MĂSURĂ ELECTRONICE
pentru toate ramurile științei și industriei



METRIMPEX

ÎNTREPRINDERE UNGARĂ DE COMERȚ EXTERIOR PENTRU PRODUSELE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa pentru scrisori: BUDAPESTA, CĂSUȚA POȘTALĂ 202 UNGARIA
Adresa telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST



"Elektrim"

vă propune:

Condensatoare statice
pentru ameliorarea factorului de putere cos φ a instalaţiilor lucrînd la frecvenţa industrială.

Execuţie de interior

Economie considerabilă de energie electrică în instalaţiile de distribuţie şi de recepţie

Uşurinţă în utilizare

Execuţie cu materiale de cea mai bună calitate

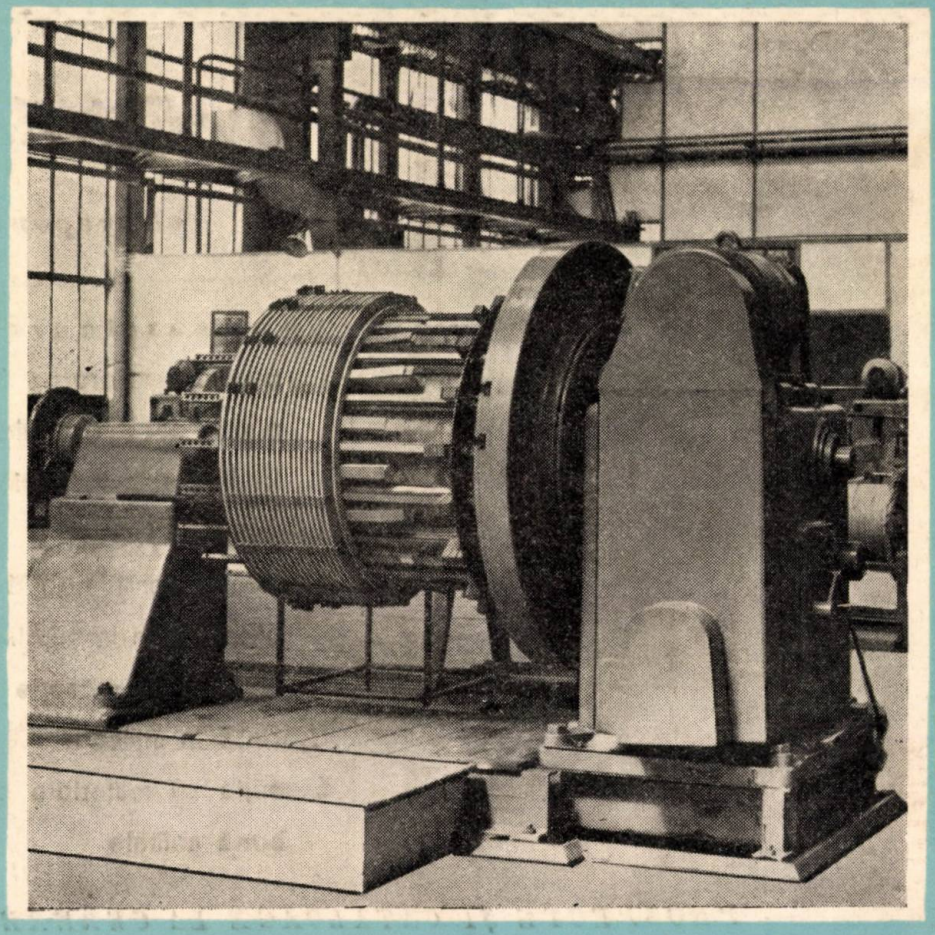
PROSPECTE ŞI CATALOAGE LA CERERE

Exportator exclusiv:

SOCIETATEA POLONEZĂ CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE ECHIPAMENT ELECTROTEHNIC

"Elektrim"

VARŞOVIA 2, CZACKIEGO 15/17, POLONIA
TELEFON 6-62-71; TELEX: 10415
TELEGRAME: ***Elektrim*** – VARŞOVIA
CUTIA POŞTALĂ 254

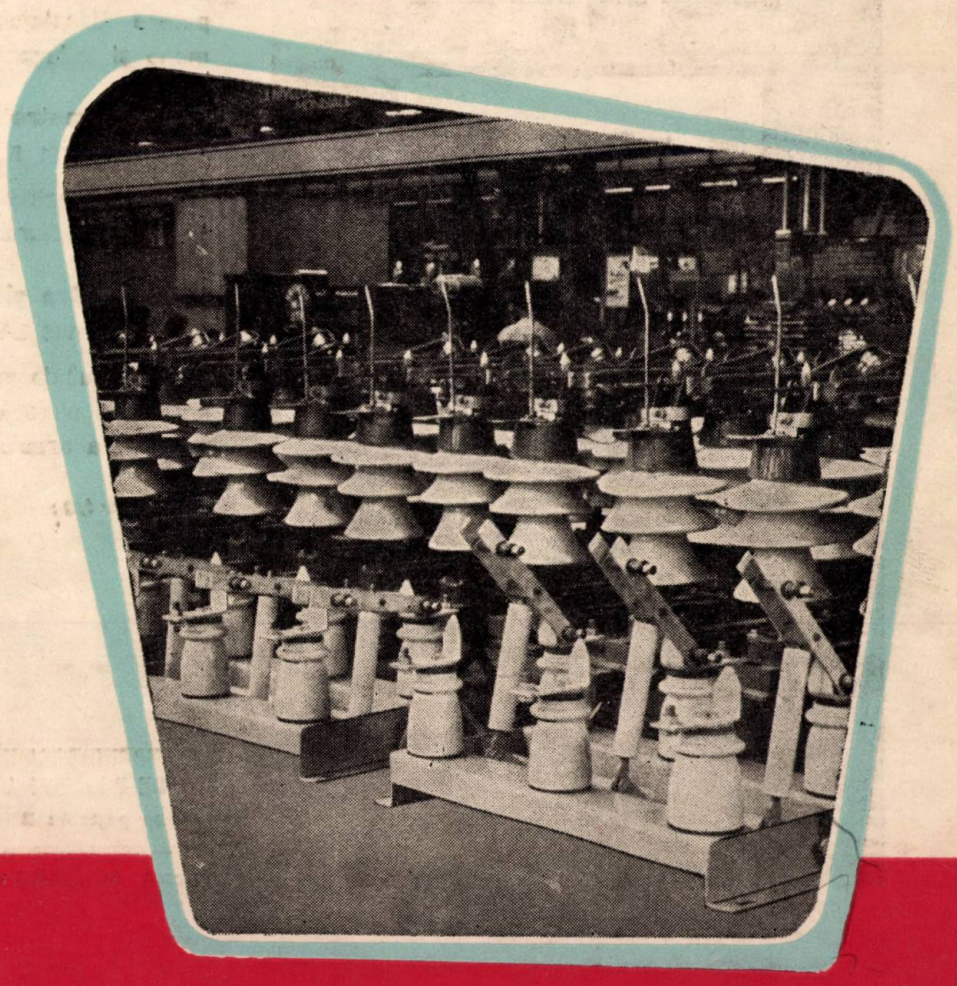


E 2040

R

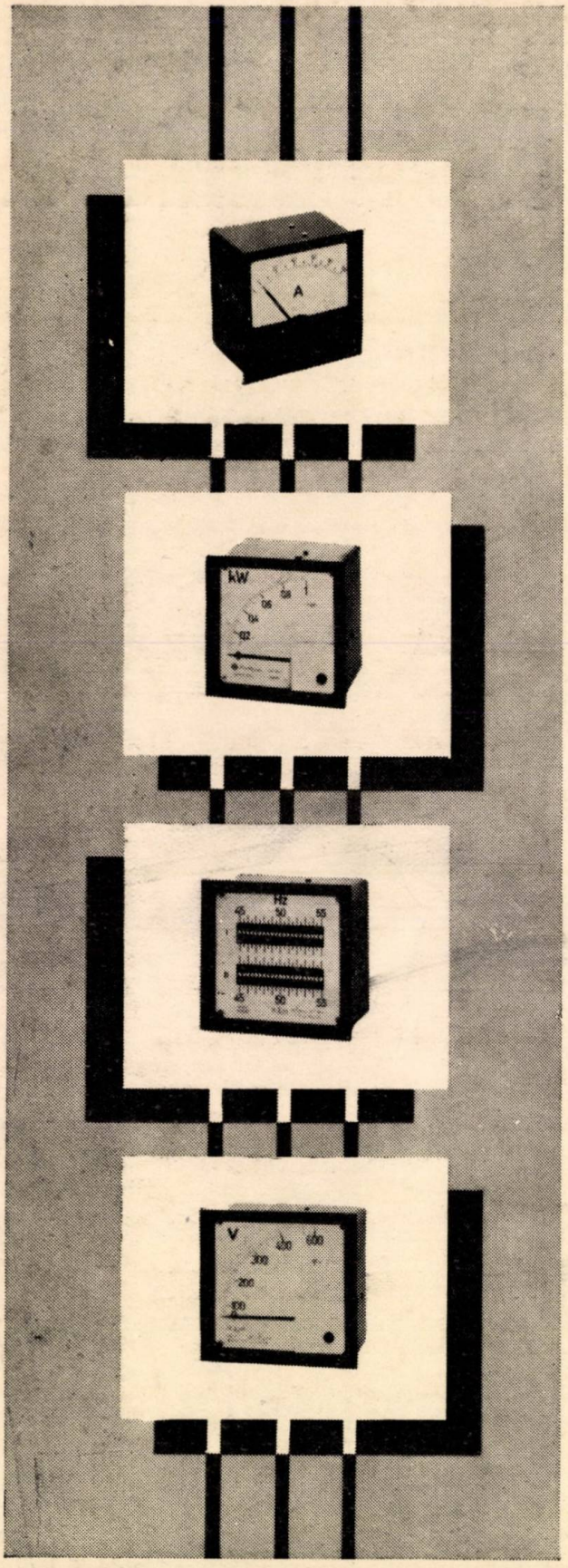
REFERALVA

ELECTROTEHNICA



4

Electrotehnica — București ★ Anul 9 ★ nr. 4 ★ p. 113—144 ★ aprilie 1961



EKM

Aparate pentru montare pe tabloul de comandă, pentru măsurarea mărimilor electrice

Aparate de măsurat rezistenţe la vibraţii

Tip 144 g

Cu dispozitiv de măsurat electromagnetic, magneto-elective şi ferodinamic. Întrucît aparatele sînt fabricate conform prescripţiilor de control ale registrelor navale, ele se pretează şi la utilizarea pe nave.

Wattmetre şi cosfimetre

Tip 144 FW şi 144 FO

Cu dispozitiv de măsurat ferodinamic, care se pretează la măsurarea puterii şi factorului de putere (decalajului de fază) în curent alternativ, mono şi trifazat şi curenţi pe trei faze.

Frécvenţmetre cu lame

Tip 144 P şi 144 PP

Cu un dispozitiv de măsurare sau cu două dispozitive de măsurare pentru scopuri de sincronizare.

Ampermetre şi voltmetre electromagnetice

Tip 144 LA şi 144 LV

Dispozitivul de măsurare este montat într-o cutie permiţînd o deviaţie maximă a acului şi o lungime maximă a arcului scării.

Exportă:

METRIMPEX M BUDAPEST

ÎNTREPRINDEREA UNGARĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE PRODUSE ALE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa poştală: BUDAPEST 62, CĂSUŢA POŞTALĂ 202, UNGARIA

Adresă telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST

MŰSZAKI KÖNYV 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 4 aprilie 1961

CUPRINS

CZ 621.316.11.016.35 : 537.315.6

Dimo P. : **Principiul suprapunerii efectelor aplicat nodurilor unei rețele complexe, cale generală și unitară de analiză a sistemelor electroenergetice**

Electrotehnica 9 (1961), nr. 4, 113–117

Se arată că schema electrică a unui sistem energetic „văzută" dintr-un nod, poate fi redusă prin suprapunerea efectelor în acel nod, la o schemă simplă radială. În această schemă echivalentă sînt reprezentate toate mărimile exterioare nodului respectiv, astfel încît poate fi studiată interdependența dintre aceste mărimi și efectul lor asupra acelui nod.

Analiza unui sistem complex poate fi astfel redusă la analiza simplificată a unui număr oarecare de noduri de tip radial cărora li se pot aplica metodele autorului (analiza nodală utilizînd curenții de scurtcircuit sau analiza grafică).

Reprezentarea grafică unitară și generală care se poate face pentru nodurile radiale este valabilă și în cazul rețelelor complexe avînd aplicabilitate în problemele de mare complexitate ale rețelelor moderne (reglaj, stabilitate etc.).

CZ 621.314.223 : 621.316.722

Grosu Șt. : **Considerații cu privire la funcționarea și construcția autotransformatoarelor de mare putere pentru reglarea tensiunii în rețelele de transport de energie**

Electrotehnica 9 (1961), nr. 4, 118–123

Se prezintă problemele și modul lor de rezolvare la autotransformatoarele de putere în general și în special în cazul unui autotransformator de 60 MVA, 110/110 ± 20% kV în ± 12 trepte, construit la uzinele Electroputere.

CZ 621.318.22 : 538.246.2

Fugaru C., Ivașcu V. : **Realizarea de magneți oxidici pe bază de ferită de bariu și plumb**

Electrotehnica 9 (1961), nr. 4, 124–129

Se prezintă rezultatele cercetării și elaborării unui material magnetic Fe_2O_3 — BaO — PbO avînd proprietăți magnetice analoge cu cele ale feritei de bariu, dar care necesită o temperatură de sinterizare mai scăzută.

CZ 621.316.544.1.001.4 : 621.316.57.004.6

Barbu I. **Dispozitive și aparate pentru încercarea la uzură a contactelor și aparatelor de comutație**

Electrotehnica 9 (1961), nr. 4, 130–136

Se arată modul și necesitatea încercării aparatelor de comutație și a contactelor de conectare din materialele uzuale utilizate la curenții de 10, 25, 60 și 100 A. Energia electrică evaluată pentru aceste încercări este de circa 900.10^3 kWh. S-a elaborat o schemă care a permis efectuarea încercărilor cu o economie de circa 450 000 lei.

Se prezintă dispozitivele și aparatele cu ajutorul cărora au fost realizate încercările de uzură electrică. Din observații a rezultat că încercarea mecanică la uzură trebuie efectuată simultan cu cea electrică.

CZ 621.317.333.82.001.24

Popa B. : **Contribuții privind calculul și exploatarea instalațiilor de impuls**

Electrotehnica 9 (1961), nr. 4, 136–140

Autorul analizează o serie de probleme legate de proiectarea instalațiilor de impuls, stabilind relațiile de dimensionare în ipoteza coeficientului de utilizare maxim. Se analizează modul de variație a coeficientului de utilizare pentru diferite scheme de conexiuni și rapoarte ale parametrilor electrici constituienți și diferiți parametri ai undei de impuls.

DOCUMENTARE, 140–143

CRONICĂ, 144

Fotografia de pe coperta I reprezintă separatoare de construcții TH (tropicalizate) construite la uzinele Electroputere–Craiova, iar cea de pe coperta a IV-a înfășurări pentru transformatoare realizate la aceeași uzină.

CONTENTS

DC 621.316.11.016.35 : 537.315.6

Dimo F. : **The principle of effect superposition applied to the nodes of a complex network as a general and unitary method of analysing electropower systems**

Electrotehnica *9* (1961), nr. 4, 113–117

It is shown that the electric scheme of a power system „seen" from a node can be reduced to a simple radial scheme by superposing the effects in that node. All the quantities outside the respective node are represented in this equivalent scheme making it possible to study the interdependence of these quantities and their effect on the node. The analysis of a complex system can thus be reduced to the simplified analysis of a certain number of nodes of radial type to which the author's methods can be applied (nodal analysis by using short circuit currents or the graphic analysis).

The graphic representation — unitary and general — that can be made for radial nodes is also applicable in the case of complex networks and highly complex problems of modern networks (regulating, stability, etc.).

DC 621.314.223 : 621.316.722

Grosu St. : **Considerations on the working and construction of high power autotransformers designed for tension regulating in power transport networks**

Electrotehnica *9* (1961), nr. 4, 118–123

The way is pointed out of solving various problems concerning the power autotransformers in general with special reference to a 60 MVA, 110/110 ± 20% kV autotransformer with ± 12 steps, built at the „Electroputere" works.

DC 621.318.22 : 538.246.2

Fugaru C., Ivaşcu V. : **Realization of oxide magnets with barium ferrite and PbO**

Electrotehnica *9* (1961), nr. 4, 124–129

Results are given of research work successfully carried out in view of obtaining a Fe_2O_3–BaO–PbO magnetic material with magnetic properties similar to those of barium ferrite but requiring a lower sinterization temperature.

DC 621.316.544.1.001.4 : 621.316.57.004.6

Barbu I. : **Devices and apparatus designed for wear and tear esting of contacts and commutators**

Electrotehnica *9* (1961), nr. 4, 130–136

The necessity and method of testing switchgear and contactor contacts in usual materials with currents of 10, 25, 60 and 100 A. The electric power estimated for these tests is about 900.10^3 kWh. A scheme has been worked out which provided for savings of 450 000 lei.

A description is given of the devices and apparatus by means of which electric wear and tear tests have been conducted. From the observations made it is concluded that mechanical and electric wear and tear tests should be done simultaneously.

DC 621.317.333.82.001.24

Popa B. : **Some observations concerning the calculus and operation of impulse equipment**

Electrotehnica *9* (1961), nr. 4, 136–140

The author examines a series of problems relating to designing of impulse equipment. Relations connected with the determination of dimensions are established and the utilization coefficient variation analysed for different connection schemes and ratios of constituent electric parameters as well as for various parameters of impulse wave.

DOCUMENTATION, 140–143

CHRONICLE, 144

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.316.11.016.35 : 537.315.6

Dimo P. : **Принцип наложения эффектов в приложении к узлам комплексной цепи—единый и общий путь анализа электроэнергетических систем**

Electrotehnica **9** (1961), nr. 4, 113–117.

Показано, что электрическую схему энергетической системы, рассмотренной с узла, можно привести путем наложения эффектов в этом узле к простой радиольной схеме. В этой эквивалентной схеме представлены все внешние величины данного узла, так что можно изучить взаимную зависимость между этими величинами и их эффект на данный узел.

Таким образом, анализ комплексной системы можно привести к упрощенному анализу некоторого типа узлов радиольного типа, к которым можно приложить методы автора (узловой анализ, использующий током короткого замыкания или графический анализ).

Единое графическое и общее представление, которое можно получить для радиольных узлов, действительно и в случае комплексных узлов с приложением к вопросам большой комплексности современных систем (регулировка, стабильность и т.д.).

ДК 621.314.223 :621.316.722

Grosu Şt. : **Относительно работы и конструкции автотрансформаторов большой мощности для регулировки напряжения в электротранспортных сетях**

Electrotehnica **9** (1961), nr. 4, 118–123.

Представлены вопросы и их способ решения для автотрансформаторов мощности вообще и в особенности для случая автотрансформаторов мощности вообще и в особенности для случая автотрансформатора 60 MVA, 110/110 ± 20/kV в ± 12 ступеней построенного на заводе „Электросила".

ДК 621.318.22 : 538.246.2

Fugaru S., Ivaşcu V. : **Производство оксидных магнитов на основе феррита бария и окиси свинца**

Electrotehnica **9** (1961), nr. 4, 124–129

Представлены результаты исследования и выплавки магнитного материала Fe_2O_3 — BaO — PbO, имеющего магнитные свойства аналогичные ферриту бария, но который требует более низкую температуру синтеризации.

ДК 621.316.544.1.001.4 : 621.316.57.004.6

Barbu I. : **Устройства и приборы для испытания на износ контактов и коммутационных аппаратов**

Electrotehnica **9** (1961), nr. 4, 130–136

Показан способ и необходимость испытания коммутационных аппаратов и контактов соединения из материалов обычно используемых для токов 10, 25, 60 и 100 А. Оцененная электроэнергия для этих испытаний, приблизительно 900.10^3kWh. Выработана схема, которая позволила проведение опытов с экономией в приблизительно 450000 лей.

Представлены устройства и приборы, при помощи которых были проведены испытания электроизноса. Из опытов было установлено, что механическое испытание на износ нужно производить параллельно с электроиспытанием.

ДК 621.317.333.82.001.24

Popa B. : **К расчету и эксплуатации импульсных установок**

Electrotehnica **9** (1961), nr. 4, 136–140

Автор анализирует ряд вопросов, связанных с проектированием импульсных установок, установки под расчетные соотношения в гипотезе максимального коэффициента использования. Анализируется способ изменения коэффициента использования для разных схем под соединения и отношений составляющих электрических параметров и разных параметров импульсной волны.

ДОКУМЕНТАЦИЯ, 140–143

ХРОНИКА, 144

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.316.11.016.35 : 537.315.6

Dimo P. : **Das Prinzip der Effektüberlagerung an den Knotenpunkten der vermaschten Netze – allgemeiner und einheitlicher Weg zur Analyse der elektroenergetischen Systeme**

Electrotehnica *9* (1961), H. 4, S. 113–117

Es wird darauf hingewiesen, dass das elektrische Netzbild eines energetischen Systems, von einem Knotenpunkt aus betrachtet, durch die Überlagerung der Effekte in diesem Knotenpunkt zu einem einfachen Radialschema reduziert werden kann. In diesem gleichwertigen Schema sind alle Kennwerte ausserhalb des entsprechenden Knotenpunktes so dargestellt, dass die Wechselwirkung zwischen diesen Grössen und ihrer Wirkung auf jenen Knotenpunkt untersucht werden können. Die Analyse eines komplexen Systems kann somit auf eine vereinfachte Analyse einer unbestimmten Anzahl von radialen Knotenpunkten reduziert werden, auf welche die Verfahren des Verfassers angewendet werden können (die Knotenpunktanalyse mit Kurzschlussströmen oder die graphische Analyse). Die einheitliche und allgemeine graphische Darstellung, die für radiale Knotenpunkte angewendet werden kann, ist auch im Falle von Maschen-Netzen gültig und kann in den komplexen Fragen der modernen Netze (Reglung, Stabilität, usw,) angewendet werden.

DK 621.314.223 : 621.316.722

Grosu St. : **Betrachtungen über die Arbeitsweise und den Bau der Leistungs-Spartransformatoren für die Reglung der Spannung in den Überlandleitungen**

Electrotehnica *9* (1961), H. 4, S. 118–123

Die Fragen und ihre Lösungen die beim Bau von Spartransformatoren im allgemeinen und von in den Electroputere-Werken gebauten Umspanner für 60 MVA, 110/110 ± 20% KV in + 12 Stufen, im besondern auftreten, werden dargelegt.

DK 621.318.22: 538.246.2

Fugaru C und *Ivaşcu V.* : **Die Fertigung von Oxidmagneten auf Grund von Bariumferrit und PbO**

Electrotehnica *9* (1961) H. 4, S. 124–129

Es werden die Ergebnisse der Untersuchungen und der Erarbeitung eines magnetischen Werkstoffes aus Fe_2O_3 —BaO— —PbO dargelegt, der ähnliche magnetische Eigenschaften aufweist, wie das Bariumferrit, hingegen eine tiefere Sintertemperatur erfordert.

DK 621.316.544.1.001.4 : 621.316.57.004.6

Barbu I. : **Geräte und Apparate zum Prüfen des Kontaktverschleisses von Schaltgeräten**

Electrotehnica *9* (1961) H. 4, S. 130–136

Die Art und die Notwendigkeit der Prüfungen von Schaltgeräten und Kontakten für Stromstärken von 10,25, 60, und 100 A werden aufgezeigt. Die für solche Versuche berechnete elektrische Energie beträgt ungefähr 900.10^3 KW h. Es wurde eine Schaltung ausgearbeitet, welche die Durchführung der Versuche mit einer Einsparung von rund 450.000 Lei ermöglicht. Ferner werden die Geräte und Apparate besprochen, mit deren Hilfe die Verschleissversuche durchgeführt wurden. Aus den Beobachtungen geht hervor, dass die mechanische Verschleissprüfung gleichlaufend mit der elektrischen durchgeführt werden muss.

DK 621.317.333.82.001.24

Popa B. : **Beiträge über die Berechnung und den Betrieb der Impulsanlage**

Electrotehnica *9* (1961) H. 4, S. 136–140

Der Verfasser untersucht eine Reihe von Fragen, die mit der Planung von Impulsanlagen verbunden sind, wobei die Zusammenhänge zur Bemessung in der Annahme eines maximalen Nutzungskoeffizienten bestimmt wird. Untersucht werden die Änderung der Nutzungskoeffizienten für verschiedene Schaltungen und Verhältnisse der elektrischen Parameter und verschiedene Parameter der Impulswelle.

DOKUMENTATION, 140–143

CHRONIK, 144

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R.P.R. ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 4 București, aprilie 1961

Principiul suprapunerii efectelor aplicat nodurilor unei rețele complexe, cale generală și unitară de analiză a sistemelor electroenergetice

Paul Dimo* — București

Interconectarea sistemelor electroenergetice regionale și naționale, prezintă numeroase probleme tehnico-științifice. Principiul suprapunerii efectelor permite aplicarea unor metode propuse de autor pentru analiza sistemelor electroenergetice: stabilitate, reglaj, caracterizări de regimuri ... etc. Prezenta dezvoltare arată fundamentarea teoretică pentru generalizarea metodei „analizei grafice" utilizată azi în R.P.R. la cazul sistemelor electroenergetice complexe (metoda nodală a curenților de scurt circuit).

CZ 621.316.11.016.35 : 537.315.6

1. Introducere

Trebuie observat că electrotehnica aplicată azi rețelelor moderne conține încă structura corespunzătoare primelor apariții de centrale și linii de transport, purtînd astfel urmele caracteristice dezvoltării istorice. Generatorul legat printr-o linie la un consumator (motor sau impedanță) este modelul elementar corespunzător. Cvadripolul alcătuiește modelul simplu utilizat curent în matematica aferentă acestui model. Diverse diagrame, ca diagramele circulare (reglaj), diagrama celor 2 arii (stabilitate) etc., ajută înțelegerea fenomenelor pe acest model simplificat. Acest model simplificat, reprezentat în figura 1, poate servi încă pentru anumite situații simple, dar este cu totul insuficient pentru examinarea fenomenelor unei rețele complexe moderne.

O schemă tip, simplificată și schematizată a rețelei moderne, poate fi considerată cea din figura 2. Intrarea și ieșirea puterilor generatorului și sarcinilor se fac prin „noduri". Legăturile între diversele noduri pot fi reprezentate ca impedanțe constante. Elementele variabile, într-o anumită configurație a rețelei, rămîn puterile care intră și ies prin noduri. „*Nodul*" apare astfel ca partea constitutivă principală a unui sistem electroenergetic complex. Funcționarea unui sistem, în ansamblul lui poate fi cunoscută prin examinarea fenomenelor din fiecare nod în parte. Esențialul, în soluționarea unei probleme oarecare, este fenomenul care apare în fiecare din nodurile ce alcătuiesc sistemul.

Astfel, „*nodul*", *aparținînd unei rețele complexe, ar trebui considerat ca modelul simplificat*

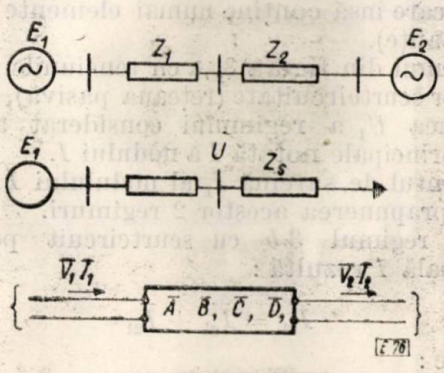


Fig. 1. Modelul elementar generator motor.

servind raționamentelor și analizelor ce rezultă în funcționarea unui sistem electroenergetic complex.

2. Principiul suprapunerii aplicat nodului unei rețele complexe

Să considerăm o rețea complexă tipizată și simetrizată ca cea din figura 2. În plus, să presupunem că în fiecare nod se află o singură sarcină și un singur generator. Să presupunem, pentru stabilirea relațiilor, că în rețeaua noastră există numai 2 noduri nr. *1* și nr. *2* după cum se

* Ing. *P. Dimo* este specialist de înaltă calificare la ISPE.

vede în figura 3, iar sarcina din nodul *2* se înlocuieşte cu o impedanţă. În acest caz un regim oarecare al nodului *1* prezentat în figura

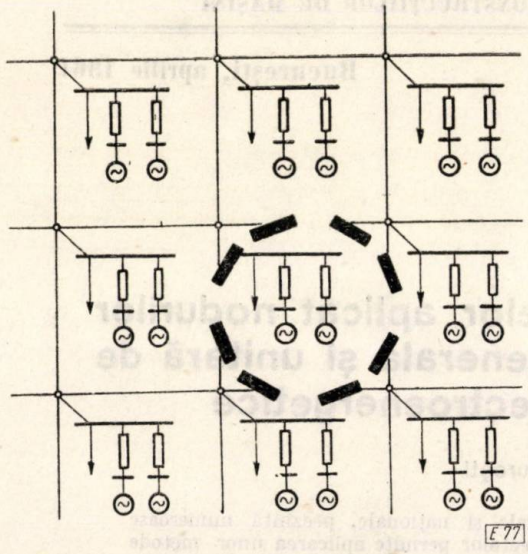


Fig. 2. Modelul elementar al unei reţele complexe.

3, *a*, poate fi considerat ca suprapunerea celor 2 regimuri din figurile 3, *b* şi 3 *c*, şi anume :

Regimul din fig. 3, *b* cu scurtcircuit pe bara principală a nodului *1* notată cu *1*; scurtcircuit alimentat de generatorul cu tensiune $\bar{E}_1$, legat direct la nodul *1* şi de generatorul cu tensiune $\bar{E}_2$ legat la nodul *1* prin reţeaua complexă, care însă conţine numai elemente liniare (impedanţe).

Regimul din figura 3, *c* cu tensiunile generatoarelor scurtcircuitate (reţeaua pasivă), dar cu tensiunea U_1 a regimului considerat aplicată barei principale notată *1* a nodului *1*.

Curentul de sarcină I_1 al nodului *1* rezultă din suprapunerea acestor 2 regimuri.

Din regimul 3 *b* cu scurtcircuit pe bara principală *1* rezultă :

$$\bar{I}_{e1} = \bar{I}_{g1} + \bar{I}_{21} \qquad (1)$$

în care :

$\bar{I}_{e1}$ este curentul total de scurtcircuit;

$\bar{I}_{g1}$ — curentul de scurtcircuit dat de generatorul *1* legat direct la nodul *1*;

$\bar{I}_{21}$ — curentul de scurtcircuit dat de generatorul *2* legat la nodul *2* prin reţeaua complexă.

Din regimul 3 *c* al reţelei pasive căreia i se aplică tensiunea U_1 a nodului *1* rezultă :

$$\bar{I}_{11} = \bar{I}_{01} + \bar{I}_{02} + \bar{I}_{0s} \qquad (2)$$

iar din suprapunerea celor două regimuri de mai sus rezultă curentul de sarcină a nodului *1*

$$\bar{I}_{e1} - \bar{I}_{11} = \bar{I}_1 \qquad (3)$$

Vom denumi :

$\bar{I}_{11}$ curentul de scurtcircuit în gol al nodului *1* deoarece conform relaţiei (3) este egal cu $\bar{I}_{e1}$ (curentul total de scurtcircuit) în cazul particular în care nodul *1* funcţionează în gol ($\bar{I}_1 = 0$).

$\bar{I}_{01}$ — curentul de scurtcircuit în gol al generatorului *1* :

$$\bar{I}_{01} = \bar{Y}_{g1} \cdot \bar{U}_1 \text{ în care } \bar{Y}_{g1} = \frac{1}{\bar{Z}_{g1}} \qquad (4)$$

Astfel, dacă acest grup *1* avea tensiunea internă $\bar{U}_1$ a barei *1*, el ar fi funcţionat în primul regim în gol, iar curentul său de scurtcircuit era cel din relaţia (4).

$\bar{I}_{02}$ — analog ca în cazul *1* îl denumim „curentul de scurtcircuit în gol" al generatorului *2*. De remarcat că această analogie a acestui generator cu generatorul legat direct, presupune liniarizarea reţelei complexe, cu înlo-

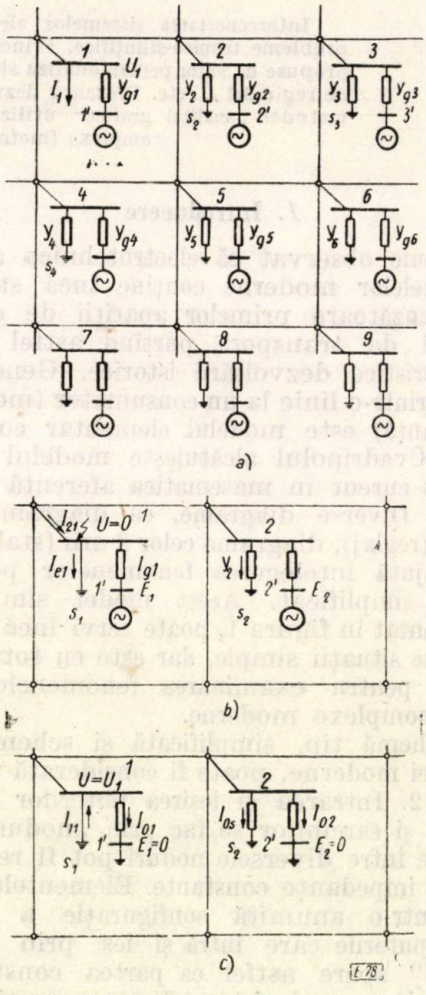


Fig. 3. Regimul din fig. *a* se poate considera suprapunerea regimurilor din fig. *b* şi *c*.

cuirea sarcinii exterioare din reţeaua completă cu o impedanţă ($\bar{Z}_2$). În acest caz, admitanţa de transfer între bara principală *1* a nodului *1*

și intrarea în bara fictivă *2'* a nodului *2* unde se aplică forța electromotoare $\overline{E}_2$ este egală cu admitanța de transfer între bara 2' și bara principală 1 adică $Y_{12'} = \frac{I_{02}}{U_1}$:

$$\overline{Y}_{2'1} = \overline{Y}_{12'},$$

iar

$$\overline{I}_{02} = \overline{Y}_{2'1} \cdot \overline{U}_1 = \overline{Y}_{12'} \cdot \overline{U}_1 \qquad (5)$$

În sfîrșit termenul $\overline{I}_{0s}$ poate fi considerat sarcina echivalentă a rețelei exterioare nodului *1* redusă sau „văzută" din nodul *1*.

Din (1) și (3) putem scrie

$$\overline{I}_1 = \overline{I}_{g1} + \overline{I}_{21} - \overline{I}_{11} \qquad (6)$$

sau

$$\overline{I}_1 = \overline{Y}_{g1}\,\overline{E}_1 + \overline{Y}_{2'1}\,\overline{E}_2 - \overline{Y}_{11}\,\overline{U}_1 \qquad (7)$$

Dacă pe $\overline{I}_{11}$ îl exprimăm cu componentele sale din 2 mai putem scrie :

$$\overline{I}_1 = (\overline{I}_{g1} - \overline{I}_{01}) + (\overline{I}_{21} - \overline{I}_{02}) - \overline{I}_{0s} \qquad (8)$$

sau dacă înlocuim curenții din membrul al doilea se ajunge la :

$$\overline{I}_1 = \overline{Y}_{g1}(\overline{E}_1 - \overline{U}_1) + \overline{Y}_{2'1}(\overline{E}_2 - \overline{U}_1) - \overline{Y}_{1s}\,\overline{U}_1 \qquad (9)$$

În care $\overline{Y}_{1s}$ este admitanța de transfer între bara *1* și intrarea la bara de la capul sarcinii unice considerată în nodul *2* — (s_2 notată pe figura 3).

$$Y_{11} = Y_{g1} + Y_{2'1} + Y_{1s} \qquad (10)$$

Formulele (6), (7), respectiv (8), (9) conțin în esență termenii cazului celui mai general al unei rețele complexe cu un număr oricît de mare de sarcini și de generatoare, plasate în orice mod în cuprinsul rețelei complexe. Să examinăm pe rînd fiecare din termeni și natura lor fizică prin efectul ce-l produc.

3. Cele trei efecte ce se suprapun în nodul unei rețele complexe liniarizate

A. Efectul generatoarelor nodului respectiv legate prin admitanțe direct la nod. În primul rînd atît în formulele (6), (7) cît și în formulele (8), (9) intervin termeni de forma :

$$\overline{I}_{g1} = \overline{Y}_{g1}\,\overline{E}_1 \qquad (11)$$

sau

$$\overline{I}_{g1} - \overline{I}_{01} = \overline{Y}_{g1}(\overline{E}_1 - \overline{U}_1) = \overline{I}_1 \qquad (12)$$

În cazul cînd în nodul respectiv (*1* în cazul nostru) s-ar găsi legate direct prin diverse impedanțe, mai multe generatoare, în locul termenului 11 sau 12, intervin în aceleași formule termeni însumați de natură identică pentru toate aceste generatoare :

$$\sum \overline{I}_{g1} = \sum \overline{Y}_{g1}\,\overline{E}_1 \qquad (13)$$

sau

$$\sum (\overline{I}_{g1} - I_{01}) = \sum \overline{Y}_{g1}(\overline{E}_1 - \overline{U}_1) = \sum \overline{I}_1 \qquad (14)$$

Acești termeni dau indicația contribuției fiecărui generator legat direct.

Formulele (11) respectiv (13) indică acțiunea totală pe care ar exercita-o aceste generatoare

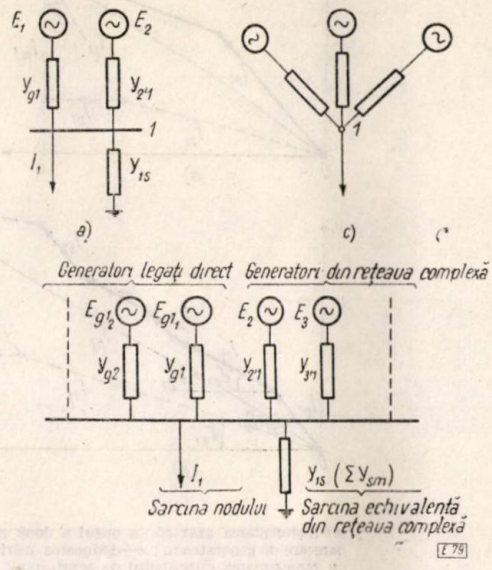


Fig. 4. Sistemul tip radial la care poate fi redus oricare din nodurile unei rețele complexe :

a — sistem cu două generatoare unul al nodului reprezentat (legat direct) și altul al rețelei complexe ; *b* — sistem cu un număr oarecare de generatoare legate direct sau din rețeaua complexă — sarcina echivalentă în nodul *1* reprezentat a rețelei exterioare complexe a fost înlocuită cu o admitanță (Y_{1s}) — Y_{1s} este admitanța de transfer între bara *1* și punctul comun terminal al tuturor admitanțelor ce au înlocuit sarcini în sistemul exterior nodului *1* reprezentat.

în nodul respectiv dacă ar fi scurtcircuitat. Expresiile sînt deci chiar „curenții de scurtcircuit".

Formula (14) arată sarcinile reale pe care fiecare din grupuri le produc pentru alimentarea sarcinii nodului respectiv în regimul considerat. Aceste sarcini pot fi considerate ca diferența a doi curenți de scurtcircuit, unul dînd efectul „total" posibil, corespunde curentului de scurtcircuit I_{g1}, iar al doilea ce se scade din acesta, și depinde exclusiv de tensiunea reală a nodului în regimul considerat. Acest termen corespunde curentului de scurtcircuit în gol ($\overline{I}_{01} = \overline{Y}_{g1}\,\overline{U}_1$). Acest al doilea termen apare astfel ca corespunzător *reacției* nodului pentru a menține „în gol" legătura.

Se poate observa că formula 12 permite aflarea completă a regimului generatorului *1* pe bara cu tensiunea U_1 cu aprecierea puterii ce sosește în nod și aprecierea puterii reale dată de generator (prin adăugarea pierderilor prilejuite în admitanța $\overline{Y}_{g1}$ prin trecerea curentului $\overline{I}_{g1}$ ce sosește la bara *1*).

De asemenea, după cum s-a arătat în lucrări anterioare, reprezentarea grafică a curentului de scurtcircuit luînd un sistem de axe rectan-

gulare cu axa ordonatelor după direcția tensiunii U_1 a nodului respectiv [1], [2], [3] permite citirea directă a tuturor mărimilor ce pot interesa regimul respectiv al generatorului (curent activ, reactiv, unghiul φ al factorului de putere, unghiul rotoric δ etc. vezi figura 5).

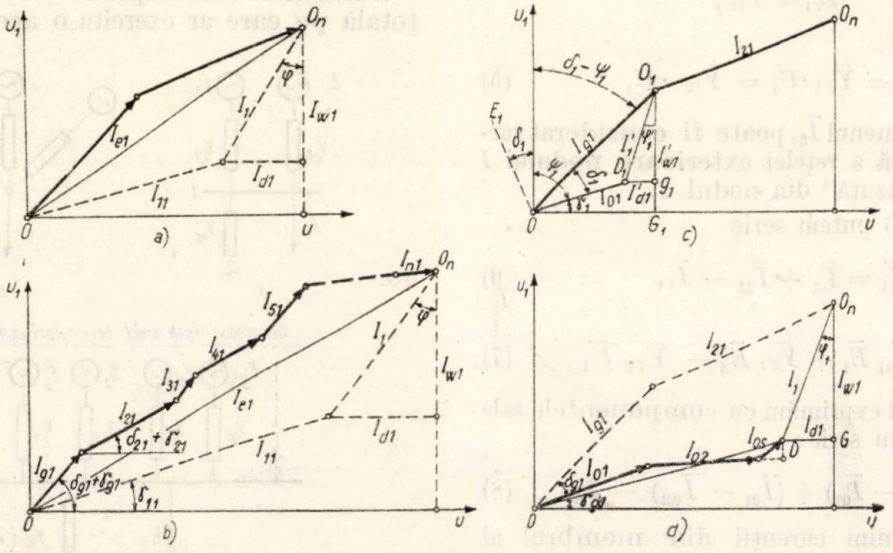


Fig. 5.

a—reprezentarea grafică în cazul a două generatoare din care unul în sistemul exterior complex; *b*—un număr oarecare de generatoare; *c*—deducerea mărimilor electrice cu care participă generatorul *1* în nodul *1*; *d*—graficul cu reprezentarea curentului de scurtcircuit în gol cu componentele sale: I_{0s} — sarcina echivalentă din rețeaua complexă.

B. Generatoarele legate prin admitanțe de transfer din cuprinsul rețelei complexe. În mod absolut analog cu cazul generatoarelor legate direct, intervin ca efect în nod generatoarele ce se află plasate oriunde în sistem, admitanța de legătură în acest caz fiind însă admitanța de transfer. La fel, formula identică cu (13) respectiv (14) dau indicația acțiunii. Formula (12) respectiv (14) conține termenul al doilea ce definește „reacția corespunzătoare a nodului cu tensiunea U_1" și conduce prin aflarea curentului respectiv la determinarea contribuției generatorului respectiv din rețeaua complexă în nodul considerat.

De data aceasta însă se determină numai *contribuția generatorului din rețeaua complexă în nodul* pentru care s-au stabilit formulele, dar nu și puterea totală a generatorului în cauză, care are contribuții similare și în celelalte noduri ale rețelei complexe. Formulele (11), (12) devin în cazul generatorului *2* plasat în rețeaua complexă:

$$\bar{I}_{21} = \bar{Y}_{2,1}\,\bar{E}_2 \qquad (15)$$

$$\bar{I}_{21} - \bar{I}_{02}' = \bar{Y}_{2'1}\,(\bar{E}_2 - \bar{U}_1) \qquad (16)$$

În cazul cînd în rețeaua complexă se găsesc un număr oarecare de generatoare, legate la diverse noduri, intervine o sumă de asemenea termeni.

$$\sum_m \bar{I}_{m1} = \sum_m \bar{Y}_{m'1}\,\bar{E}_m \qquad (17)$$

$$\sum_m (\bar{I}_{m1} - \bar{I}_{01m}) = \sum_m \bar{Y}_{m'1}\,(\bar{E}_m - \bar{U}_1) \qquad (18)$$

C. Efectul sarcinii exterioare nodului din sistemul complex. Efectul acestei sarcini apare clar din formula (2) în care se exprimă curentul total I_{11} denumit de noi curentul de scurtcircuit în gol. Acest curent total $\bar{I}_{11}$ apare ca reacția barei *1*, cu tensiune U_1 în prezența rețelei exterioare pasive și este egal cu „acțiunea" pe care o anulează în cazul cînd nodul nu primește și nu dă nimic în afară. Este egal cu scurtcircuitul denumit: „în gol" pe care l-ar produce sistemul dinafară în nodul *1*. Curentul de scurtcircuit în gol conține 2 termeni datorîți celor două categorii de generatoare (legate direct și din sistem) și un al treilea termen notat $\bar{I}_{0s}$ datorit sarcinii exterioare nodului în care se analizează efectul suprapunerii. Acest curent I_{0s} poate fi considerat și ca un curent echivalent sarcinii exterioare, redusă la nodul examinat (sarcină echivalentă în nod cu sarcina exterioară). Acest termen poate fi păstrat explicit dacă este necesar în formula (7) sau (9) care dă curentul total al nodului respectiv. Astfel, formulele finale (7) sau (9) scrise cu însemnările respective pentru un nod notat *1* plasat într-o rețea complexă sînt:

$$\bar{I}_1 = \sum \overbrace{\bar{Y}_{g1}\bar{E}_1}^{a} + \sum \overbrace{\bar{Y}_{2'1}\bar{E}_2}^{b} - \overbrace{\bar{Y}_{11}\bar{U}_1}^{c} \qquad (19)$$

$$\bar{I}_1 = \sum \underbrace{\bar{Y}_{g1}(\bar{E}_1 - \bar{U}_1)}_{a} - \sum \underbrace{\bar{Y}_{2'1}(\bar{E}_2 - \bar{U}_1)}_{b} - \underbrace{\bar{Y}_{1s}\bar{U}_1}_{c} \qquad (20)$$

Ele conțin :

Formula (19) : termenii *a* și *b* reprezentînd cele două categorii de generatoare cu aportul lor, și termenul *c* reprezentînd reacția nodului în rețeaua complexă în care e plasat.

Formula (20) : termenii *a* și *b* reprezentînd participarea celor două categorii de generatoare în nod și termenul *c* al sarcinii echivalente în nod pentru sarcina totală externă.

Atît formula (19) cît și formula (20), dau și tensiunea nodului respectiv în cazul cînd se presupune că sarcina din nod este, de asemenea, liniară (impedanță : $\bar{I}_1 = \bar{Y}_1 \bar{U}_1$).

Se poate observa că orice schimbare intervenită oriunde în cuprinsul rețelei complexe, asupra generatoarelor (admitanțe, tensiuni interne, unghiuri) sau sarcinilor (impedanțelor echivalente) apare cu efectul ei asupra nodului pentru care s-au scris ecuațiile (19) sau (20) dacă se modifică termenul respectiv corespunzător schimbării, în aceste ecuații.

4. Reducerea oricărui nod din rețeaua complexă la o schemă radială tip și o reprezentare grafică unică

Se poate ușor observa că ecuațiile (19) și (20) sînt ecuațiile unui sistem echivalent tip radial, așa cum se vede în figura 4, în care admitanțele ce intervin se deduc din admitanțele rețelei primitive (admitanțe proprii, de transfer etc.).

În cazul unui asemenea sistem radial este posibilă utilizarea generalizată a reprezentării grafice tip, care pe de o parte permite raționarea tuturor categoriilor de probleme, iar pe de altă parte permite calculul grafic direct după cum s-a arătat în lucrările anterioare [1],[2],[3]. După cum s-a arătat, [1],[2],[3],[4],[5],[6] dacă axele de coordonate se aleg cu direcția axei ordonatelor aceeași cu a tensiunii nodului reprezentat ca în figura 5, pe asemenea grafice pot fi citite toate mărimile electrice (curenți, faze, tensiuni etc.) interesînd funcționarea nodului reprezentat. Prin grafice transformate sau în evantai [2],[5] se pot raționa și calcula cele mai complexe și delicate probleme ce intervin în fenomenele staționare și dinamice [6].

5. Concluzii

Se pot reține următoarele principii și idei fundamentale în legătură cu analiza sistemelor electroenergetice complexe prin calea generală arătată aici :

1. Prin aplicarea suprapunerii efectelor în nodurile unei rețele complexe se poate reduce orice nod în care s-a aplicat acest principiu la o *schemă echivalentă radială tip* cu o sarcină unică a nodului respectiv, plus o sarcină echivalentă sarcinii exterioare.

2. Reducerea de la punctul *1*, se poate face în ipoteza unei rețele complexe exterioară nodului, liniarizată, în care toate sarcinile au fost înlocuite prin impedanțe. În nodul pentru care s-a redus schema sarcina poate păstra o lege de variație oarecare.

3. Schema redusă a unei rețele complexe pentru un nod, permite o reprezentare grafică tip, care poate fi utilizată în mod unitar și general la raționarea problemelor specifice de electrotehnică pentru sistemele electroenergetice, așa cum sa arătat pentru cazul sistemelor radiale [1],[2],[3].

4. Reducerea și reprezentarea unui nod oarecare din sistem constituie pe de o parte o *simplificare fundamentală* prin posibilitatea examinării separate a „nodului" detașat de rețea, iar pe de altă parte *o cale unitară și generală de atac*, ce poate fi aplicată la orice categorie de probleme.

5. Reprezentările grafice făcute simultan în mai multe noduri ale unui sistem alcătuiesc tot atîtea imagini prin care este văzut fenomenul examinat din diverse puncte. Aceste imagini dau o claritate cu totul deosebită studiilor pe această cale [2],[5],[6].

6. Impedanțele proprii și de transfer ce trebuie cunoscute pentru reducerea schemei se determină după cum se știe pe căi analitice laborioase. De aceea apare interesantă combinarea acestei căi cu mijloace special moderne cu care problema reducerii schemelor devine simplă. In această privință considerarea rețelelor simetrizate ca în figura 2 este de mare eficacitate după cum vom arăta în studii în continuare.

7. Reducerea la sisteme radiale similare cu cele din figura 4 și 5 se poate face pentru probleme curente și prin căi simple aproximative și fără mijloace speciale [1]. Rezultatele sînt aproximative, dar în multe cazuri suficiente. Astfel se pot soluționa fără mijloace speciale problemele de electrotehnică specifice sistemelor electroenergetice pe căile arătate pentru sistemele radiale [1],[2],[3] și pentru sistemele complexe. Această cale nouă, aplicată în ultimii ani la noi în țară, a fost denumită „Analiza nodală utilizînd curenții de scurtcircuit" sau „Analiza grafică" în soluția ei grafică.

Bibliografie

[1] *Dimo P.* : Analiza sistemelor electroenergetice prin separarea nodurilor și utilizarea curenților de scurtcircuit. Editura Tehnică, 1960.

[2] *Dimo P.* : Analiza nodală utilizînd curenții de scurtcircuit în cazul rețelelor complexe. Energetica **8** (1960) 8, 349—359.

[3] *Dimo P.* : Separation of jonctions by use of short-circuit currents, unitary method for the analysis of power systems. Revue d'Eléctrotechnique et d'Energetique **4** (1959) 1, 55—78 ; **4** (1959) 2, 259—271 : **5** (1960) 1, 41—56.

[4] *Dimo P.* : L'analyseur graphique. Rapport 302 CIGRÉ 1958.

[5] *Dimo P.* : Le temps de lancer d'un resau. Rev. Gén. d'Electr. **69** (1960) 10, 645—667.

(6) *Dimo P. și Moraite G*: Analiza unui sistem electroenergetic complex cu patru centrale prin metoda nodală a curenților de scurtcircuit. Energetica **9** (1961) 3, 81—93.

Intrat în redacție la 14 ianuarie 1961.

Considerații cu privire la funcționarea și construcția autotransformatoarelor de mare putere pentru reglarea tensiunii în rețelele de transport de energie

Ștefan Grosu* – Craiova

Folosirea autotransformatoarelor se extinde din ce în ce mai mult în rețelele de transport al energiei electrice.

Ele, și în special cele de reglaj, au mari avantaje față de transformatoare, în ceea ce privește randamentul, prețul de cost și dimensiunile de gabarit, dar pun probleme mai complicate în legătură cu asigurarea unei bune funcționări.

Lucrarea arată care sînt acele probleme, cum se rezolvă în general și cum s-au rezolvat în cazul autotransformatorului de 60 MVA 110/110 ± 20% kV în ± 12 trepte, construit la uzinele Electroputere – Craiova.

CZ.621.314.223 : 621.316.722

1. Generalități

1.1. Autotransformatoarele de mare putere pentru reglarea tensiunii sînt necesare în rețelele de transport a energiei electrice, pentru a regla transferul de energie între diferitele sectoare ale acestor rețele.

Schematic, conectarea unor astfel de transformatoare în rețea se face conform fig. 1, bobinajul de reglaj *R*, cu prize, putînd fi conectat în serie sau în opoziție cu bobinajul *E*.

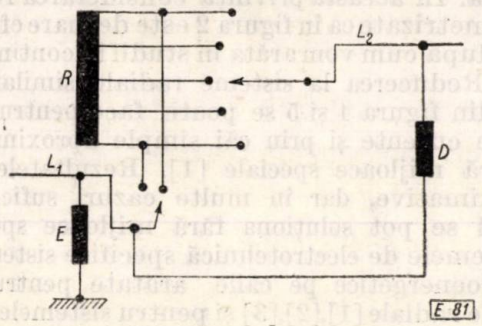


Fig. 1. Schema de principiu a autotransformatoarelor de reglaj.

Reglajul este preferabil să se facă sub sarcină și în trepte relativ mici. În fig. 1 se arată o singură fază, L_1 și L_2 reprezentînd linia *1* și linia *2*.

La autotransformatorul de reglaj este caracteristică diferența relativ mică dintre tensiunea liniilor primare și secundare. În majoritatea cazurilor, acestea au aceeași clasă de izolație. Spre exemplu, un autotransformator avînd raportul de transformare 110/110 ± 20% kV poate avea ambele linii corespunzătoare clasei de izolație 110 kV, din următoarele motive: deși autotransformatorul poate avea în secundar tensiunea 110 ± 20% kV, deci 132 kV, ceea ce conform recomandărilor CEI [1] corespunde unei clase de izolații superioare, totuși, în general, priza de + 20% sau alte prize ridicătoare nu se folosesc decît cu respectarea unor anumite clauze limitatoare, de exemplu ca tensiunea cea mai înaltă pe linia secundară să nu depășească 123 kV.

În acest caz, folosirea prizei de + 20% spre exemplu nu se face decît atunci cînd tensiunea primară este scăzută sub 110 kV, cu o valoare corespunzătoare. În funcționare, în interiorul autotransformatorului pe anumite porțiuni de bobinaj pot exista și tensiuni superioare valorii 123 kV (care este valoarea limită maximă corespunzătoare conform recomandărilor CEI, pentru liniile cu tensiune nominală 110 kV), dar după aceleași recomandări, aceasta nu schimbă clasa de izolație.

1.2. Diferența mică dintre tensiunea primară și cea secundară conduce la accentuarea caracteristicilor specifice a autotransformatoarelor. Astfel, diferența dintre puterea de trecere și puterea proprie (de construcție) este foarte mare. La astfel de autotransformatoare nu se poate regla tensiunea din partea dinspre neutru, deoarece aceasta ar conduce la construcții supradimensionate. Prin aceasta, dispozitivele de reglaj care se montează deci la capetele dinspre faze sînt supuse la solicitări mai mari în ceea ce privește izolația și sînt mai grele, mai voluminoase și mai scumpe decît cele care se fac spre neutrul pus la pămînt la transformatoarele obișnuite.

1.3. Solicitarea la unde de impuls. Porțiunea de reglaj activă, deci porțiunea cuprinsă între cele două linii, poate fi solicitată la tensiuni care se apropie de valoarea undei de impuls aplicată. În astfel de împrejurări, și mai ales cînd este introdusă numai o mică porțiune din bobinajul de reglaj, gradienții de tensiune care apar sînt foarte mari și solicitarea foarte mare. Deoarece realizarea unor bobinaje care să reziste la astfel de solicitări este foarte grea, în practică se folosesc descărcătoare *D* pentru limitarea mărimii undei de impuls între cele două linii (fig. 1).

1.4. Solicitarea la scurtcircuit. Spre deosebire de transformatoarele unde curentul de scurtcircuit este determinat practic în majoritatea

* Ing. *St. Grosu* este inginer proiectant la sectorul transformatoare din uzinele Electroputere – Craiova.

cazurilor de caracteristicile transformatorului însăși, la autotransformatoarele de reglaj, curentul de scurtcircuit este determinat în cea mai mare parte e puterea de scurtcircuit a rețelei. Spre deosebire de transformatoare, la un autotransformator de reglaj, atunci cînd puterea acestuia crește, forțele electrodinamice scad nu numai în valoare relativă, ci și în valoare absolută. Aceasta conduce la faptul că dacă între puterea de scurtcircuit a rețelei și puterea autotransformatorului nu există o coordonare, rezistența la solicitările dinamice și termice prin mijloace proprii ale autotransformatorului se realizează greu și conduce uneori la construcții neraționale.

Într-adevăr, tensiunea de scurtcircuit la un autotransformator se obține prin înmulțirea tensiunii de scurtcircuit a transformatorului obținut prin separarea bobinajelor cu coeficientul: $\left(1 - \frac{1}{k}\right)$, unde k — este raportul de transformare considerat în sensul în care este supraunitar. La autotransformatoarele de reglaj folosind construcții uzuale, rezultă o tensiune de scurtcircuit foarte mică. Acest lucru este avantajos pentru funcționarea rețelei, încît nu se produc căderi de tensiune și se micșorează cantitatea de energie reactivă introdusă în rețea. Pe de altă parte, în cazul scurtcircuitului, pentru o rețea de putere infinită, ar rezulta curenți excesiv de mari. În realitate, puterea limitată a rețelelor contribuie într-o mare măsură la limitarea curenților de scutcircuit prin autotransformator. Se semnalează că, în cazul cel mai defavorabil, cînd bobinajul de reglaj este legat în opoziție, iar scurtcircuitul se produce pe partea de tensiune mai joasă, curentul din acest bobinaj depășește curentul din linie, după relația :

$$I_R = I_1 + I_2,$$

unde :

I_R este curentul din bobinajul de reglaj ;
I_1 — curentul din rețea ;
I_2 — curentul din bobinajul de excitație.

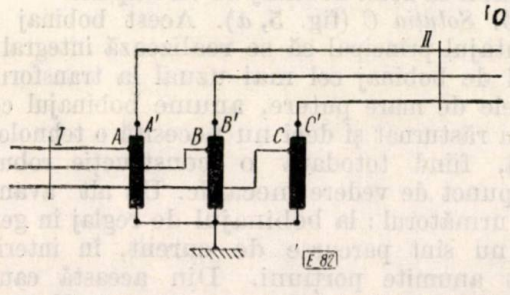


Fig. 2. Schemă indicînd scurtcircuitele trifazate la un autotransformator.

De asemenea, trebuie arătat că după cum reiese din schema din fig. 2, curenții de scurtcircuit în autotransformator nu corespund puterii integrale de scurtcircuit a liniei la locul scurtcircuitului, ci numai puterii venite pe una singură din cele două părți *I* și *II*, care se leagă la autotransformator.

Deoarece totuși puterea de scurtcircuit a rețelelor este în continuă creștere, problema solicitărilor la scurtcircuit a autotransformatorului de reglaj capătă un caracter deosebit de acut.

2. Principii constructive

2.1. Proiectarea autotransformatoarelor urmează în bună măsură drumul transformatoarelor, echivalența obținîndu-se prin asimilarea autotransformatorului cu un transformator de putere :

$$P_t = P_A \cdot \frac{U_2 - U_1}{U_2},$$

unde : U_2 este tensiunea mai mare ; U_1 — tensiunea mai mică, iar P_A — puterea de trecere a autotransformatorului.

Bineînțeles că aceasta este o indicație cu caracter general. De multe ori, după cum se va vedea, autotransformatorul de reglaj conduce la construcții specifice, mai avantajoase. De asemenea, concepția cu privire la încălzire poate fi modificată, după cum se va vedea, pe baza unor condiții de lucru, de asemenea specifice.

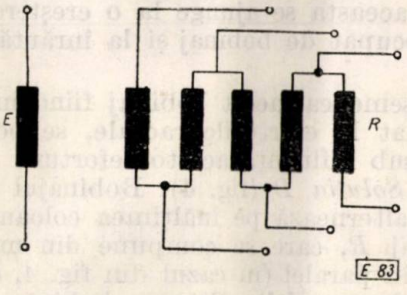


Fig. 3. Schemă de principiu a autotransformatoarelor cu bobinaj de reglaj stratificat.

2.2. Tipuri de bobinaj. Bobinajul fiind sediul în care se desfășoară solicitările la impuls și în cea mai mare parte solicitările de scurtcircuit, este partea cea mai importantă, mai caracteristică și în bună măsură determină și restul construcției.

Vom analiza în continuare, în mod comparativ, mai multe tipuri de bobinaj.

2.3. Soluția A (fig. 3). Bobinajul conform schemei principale din fig. 3 se poate realiza în două variante. Varianta *a*) în care bobinajul de reglaj este stratificat, cu mai multe straturi, fiecare strat fiind o secțiune de reglaj, și varianta *b*) în care bobinajul este un bobinaj spiralat, fiecare secțiune fiind o spirală de sus pînă jos. Din punct de vedere principial, al eforturilor axiale, ambele variante apar ca

foarte avantajoase, deoarece se menține echilibrarea bobinajului de reglaj cu cel de excitație, pentru orice treaptă de reglaj. Din punct de vedere al construcției, ambele variante provoacă dificultăți însemnate. Astfel, varianta *a*) conduce de multe ori, la straturi prea scurte și la o înălțime prea mică a bobinajelor, (deoarece treapta de reglaj este de obicei mică (spre exemplu sub 2% din tensiunea totală). Pentru a atenua acest lucru se folosesc conductoare cu înălțime mare și lățime relativ mică, aceasta însă contribuie la scăderea robusteței bobinajului. În cazul că se folosesc mai multe trepte pe același strat, se atenuează în parte neajunsurile arătate, dar nu se mai menține echilibrul bobinajelor decît numai pentru anumite trepte. Aceasta poate conduce la forțe axiale nu prea mari, dar totuși periculoase din cauza instabilității mecanice a acestui bobinaj. De asemenea, scoaterea prizelor printre straturi conduce la dificultăți. Varianta *b*) prezintă dezavantajul că secțiunile de reglaj, situîndu-se direct una peste alta (spiră peste spiră) și între aceste secțiuni rezultînd, după cum am arătat, tensiuni de impuls mari este necesară o creștere exagerată a izolației spirelor și prin aceasta se ajunge la o creștere a volumului ocupat de bobinaj și la înrăutățirea răcirii.

De asemenea, acest bobinaj fiind insuficient consolidat la eforturile radiale, se poate desfășura sub influența acestor eforturi.

2. 4. Soluția B (fig. 4). Bobinajul de excitație *E* alternează pe înălțimea coloanei cu cel de reglaj *R*, care se compune din mai multe bobine în paralel (în cazul din fig. 4, din două bobine în paralel). Fiecare bobină este formată din straturi concentrice suprapuse, fiecare strat corespunzînd cu o treaptă de reglaj. Bobinajul de excitație *E* este format din bobine în serie cu galeți orizontali. Acest bobinaj (*B*) conduce la soluții mai avantajoase din punct de vedere constructiv, cînd bobinele se dezvoltă mai mult în sens radial, deoarece conduce la o fereastră apropiată de forma pătrată, deci la o bună utilizare a spațiului. De asemenea, pentru acest bobinaj rezultă și posibilități de utilizare avantajoasă a spațiilor în cazul izolației gradate. Din cauza capacităților mari dintre straturi, se obține o bună repartiție a undei de impuls.

Eforturile dinamice la acest bobinaj scad din cauza alternării bobinajelor, ceea ce este un avantaj, dar sînt orientate în sens axial, ceea ce este un dezavantaj. Solicitările specifice axiale sînt însă, în general, mici deoarece forțele se repartizează din cauza marii extinderi radiale a bobinajului, pe suprafețe mari.

Bobinajul acesta conduce la o construcție foarte economică, cu gabarit redus și ulei puțin, fereastra fiind foarte scurtă. Prin trecerea de la miezul cu trei coloane la cel cu cinci coloane, spre deosebire de ceea ce se întîmplă în mod uzual, nu numai că nu se mărește, dar chiar se poate reduce greutatea miezului și pierderile la mers în gol. Din exemplul de calcul anexat,

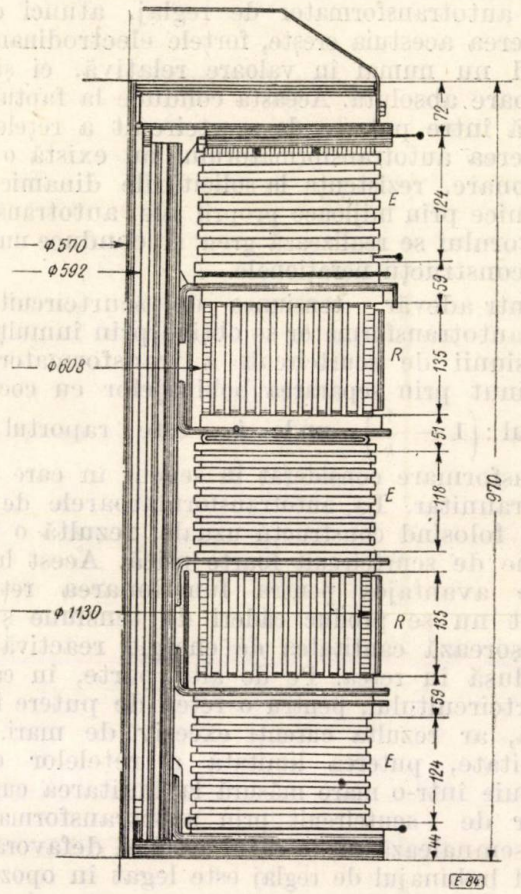


Fig. 4. Bobinajul de autotransformator cu bobinele de reglaj (*R*) alternate, cu bobinele de excitație (*E*).

va reieși aspectul cantitativ al celor arătate aici. Dezavantajul bobinajului constă în aceea că necesită o tehnologie nouă, mai complicată și că legăturile la reglaj sînt ceva mai complicate. În legătură cu creșterea puterii în rețele și cu problemele legate de această creștere, este probabil că acest bobinaj se va impune.

2.5. Soluția C (fig. 5, *a*). Acest bobinaj are avantajul principal că se realizează integral cu tipul de bobinaj cel mai uzual la transformatoarele de mare putere, anume bobinajul continuu răsturnat și deci nu necesită o tehnologie nouă, fiind totodată o construcție robustă din punct de vedere mecanic. Un alt avantaj este următorul : la bobinajul de reglaj în general, nu sînt parcurse de curent, în interior, decît anumite porțiuni. Din această cauză, porțiunile parcurse de curent se încălzesc și se dilată, celelalte nu. În caz de scurtcircuit, dilatările și deci diferențele de diametru pot deveni importante. La bobinajele stratificate de reglaj, care se folosesc la toate celelalte tipuri de bobinaj arătate anterior, diferența aceasta

de dilatare poate duce la eforturi mecanice și la măcinarea impregnării, cu toate consecințele care decurg din aceasta. La bobinajele de tip

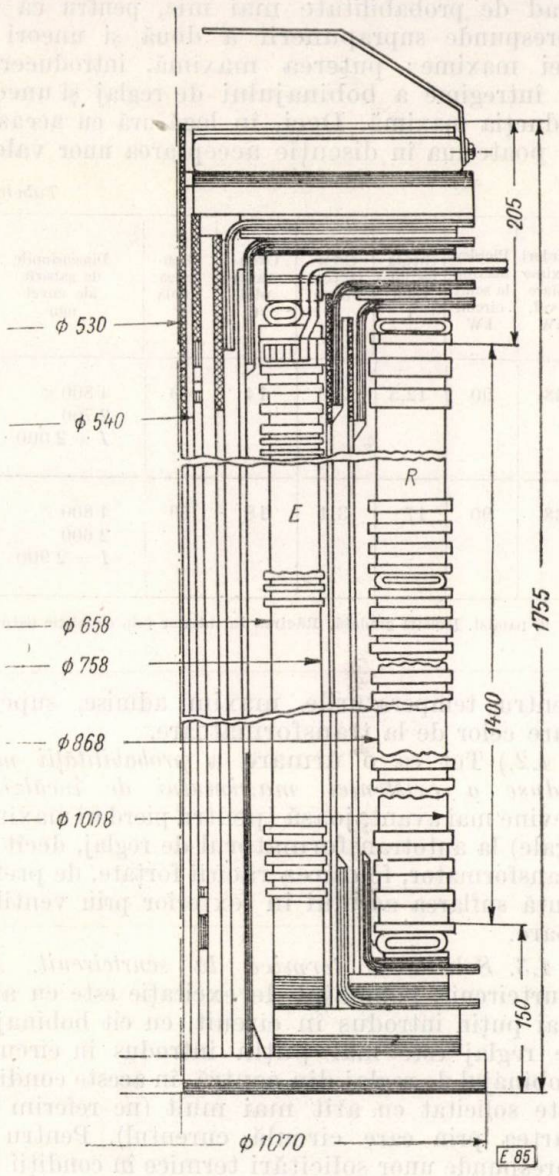


Fig. 5, a. Bobinaj de autotransformator cu bobinaje de tip continuu.

C, există o suficientă libertate pentru ca dilatările diferite să se dezvolte independent, aceasta deoarece secțiunile de reglaj sînt constituite din galeți separați suprapuși în direcția axială și astfel să nu se ajungă la deteriorări. Un alt avantaj este acela că legăturile de reglaj se scot ușor, din exteriorul bobinajului. Din punct de vedere al forțelor axiale, s-ar părea că acest bobinaj este net dezavantajos, deoarece introduce pe unele trepte denivelări mari. În realitate, aceste forțe — după cum se va vedea și din exemplul de calcul, pot rămîne în unele cazuri la valori acceptabile, pentru următoarele : în cazul cînd tot, sau în cea mai mare parte, reglajul este introdus în circuit, denivelarea este mică și deci forțele axiale sînt mici. Pe măsură ce se scot porțiuni de reglaj din circuit și se introduc denivelări mai mari, scade și factorul $(nI)^2$, care intervine în calculul forțelor radiale și, prin aceasta se atenuează și creșterea forțelor axiale (n este numărul de spire; I intensitatea curentului). Împărțirea bobinajului de reglaj în două secțiuni în paralel conform schemei 5, contribuie, de asemenea, la micșorarea eforturilor. Într-un astfel de bobinaj, maximul forțelor axiale se obține aproximativ pentru reglajul introdus 75%. Legarea bobinelor se face ca în fig. 5, *b*.

Din punct de vedere al repartiției undei de impuls, acest bobinaj nu este favorabil, deoarece are capacități mici între galeți și conduce deci la o distribuție accentuat neuniformă. Într-o mică măsură repartiția pe înfășurarea de

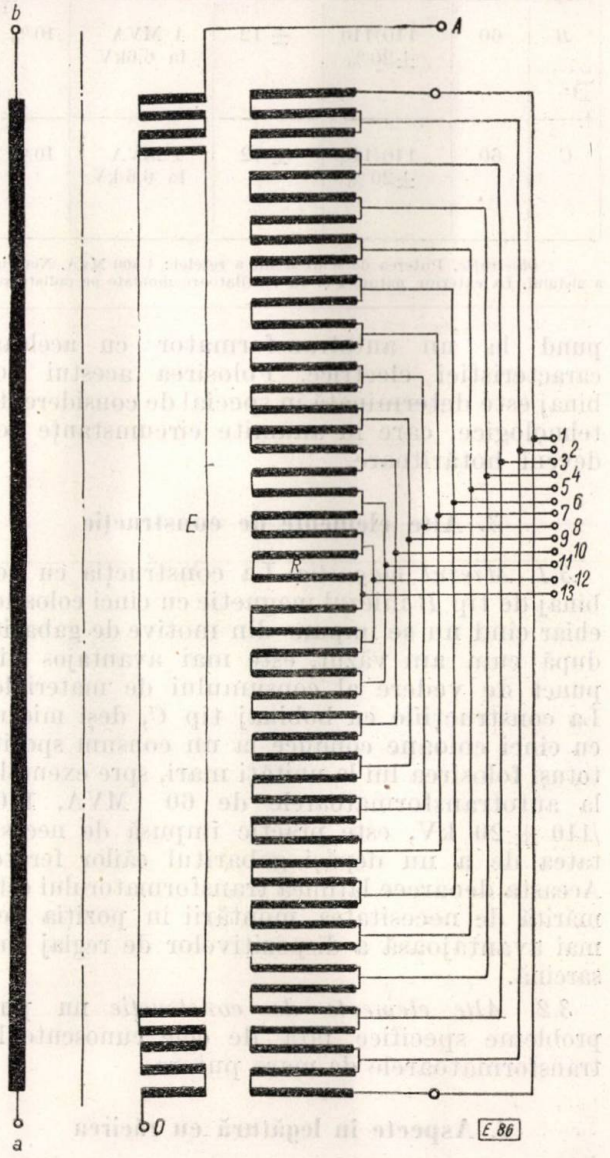


Fig. 5, b. Schema de legături a bobinajului din fig. 5, a.

excitație este îmbunătățită de faptul că bobinajul de reglaj acționează ca un ecran capacitiv. Totuși, și sub aspectul rezistenței la implusuri, bobinajul poate fi folosit, întrucît există posibilități relativ ușoare pentru întărirea corespunzătoare a izolației. În comparație cu soluția *B*, acest bobinaj conduce la construcții mai grele și mai scumpe (după cum reiese din tabela 1). Cotele din fig. 4 și 5 corespund la un autotransformator cu aceleași caracteristici electrice. Folosirea acestui bobinaj este determinată în special de considerente tehnologice, care în anumite circumstanțe pot deveni hotărîtoare.

La autotransformatoarele de reglaj, încălzirea maximă a bobinajului de excitație și a uleiului ca funcție de pierderile maxime, are un grad de probabilitate mai mic, pentru că ea corespunde suprapunerii a două și uneori a trei maxime : puterea maximă, introducerea în întregime a bobinajului de reglaj și uneori inducția maximă. Deci, în legătură cu aceasta se poate lua în discuție acceptarea unor valori pentru temperaturile maxim admise, superioare celor de la transformatoare.

Tabela 1

Tipul de bobinaj	Puterea de trecere MVA	Tensiunea kV	Numărul treptelor de reglaj	Bobinaj terțiar	Creșterea maximă a inducției	Tensiunea de scurtcircuit maximă	Pierderi maxime liniare în val. kW	Pierderi maxime la scurtcircuit kW	Greutatea miezului t	Greutatea cuprului t	Greutatea uleiului t	Greutatea totală t	Dimensiunile de gabarit ale cuvei mm
B	60	110/110 ±20 %	± 12	4 MVA la 6,6kV	10 %	2 %	38	90	12,5	2,9	14	49	4 800 × 2 700 *I* = 2 000
C	60	110/110 ±20 %	± 12	4 MVA la 6,6 kV	10 %	1,8 %	38	90	17	3,1	18	59	4 800 × 2 600 *I* = 2 900

Observație. Puterea de scurtcircuit a rețelei : 1 500 MVA. Neutrul legat direct la pămînt. Izolația gradată. Răcirea în interior prin circulație naturală a uleiului. La exterior naturală și cu ventilatoare montate pe radiatoare.

3. Alte elemente de construcție

3.1. Miezul magnetic. La construcția cu bobinaj de tip *B* miezul magnetic cu cinci coloane, chiar cînd nu se impune din motive de gabarit, după cum am văzut, este mai avantajos din punct de vedere al consumului de materiale. La construcțiile cu bobinaj tip *C*, deși miezul cu cinci coloane conduce la un consum sporit, totuși folosirea lui la unități mari, spre exemplu la autotransformatoarele de 60 MVA, 110/ /110 ± 20 kV, este practic impusă de necesitatea de a nu depăși gabaritul căilor ferate. Aceasta deoarece lățimea transformatorului este mărită de necesitatea montării în poziția cea mai avantajoasă a dispozitivelor de reglaj sub sarcină.

3.2. Alte elemente de construcție nu pun probleme specifice față de cele cunoscute la transformatoarele de mare putere.

4. Aspecte în legătură cu răcirea

4.1. Se știe că temperaturile maxime care se admit la transformatoare sînt *determinate de considerațiile cu privire la îmbătrînirea izolației.* La transformatoarele la care încălzirea maximă corespunde la un timp relativ scurt, se admit uneori încălziri superioare.

4.2.) Tot ca o urmare a *probabilității mai reduse a existenței maximului de încălzire*, devine mai avantajoasă (pentru pierderi maxime egale) la autotransformatorul de reglaj, decît la transformator, folosirea răcirii forțate, de preferință suflarea aerului în exterior prin ventilatoare.

4.3. Solicitarea termică la scurtcircuit. La scurtcircuit, bobinajul de excitație este cu atît mai puțin introdus în circuit, cu cît bobinajul de reglaj este mai puțin introdus în circuit. Bobinajul de reglaj din contră, în aceste condiții este solicitat cu atît mai mult (ne referim la partea prin care circulă curentul). Pentru a corespunde unor solicitări termice în condiții de scurtcircuit date, ca valoare a curentului și ca timp, soluțiile sînt mult mai bine definite decît în cazul solicitărilor dinamice. Deoarece după cum s-a arătat, curentul de scurtcircuit ce trece prin bobinaje și, în special, prin cel de reglaj este în cea mai mare parte funcție de puterea rețelei și nu de autotransformatorul însuși; urmează o necesitate directă : coordonarea puterii autotransformatorului cu puterea de scurtcircuit a rețelei. În caz că autotransformatorul are o putere mai mică decît cea cerută de această coordonare, atunci va trebui supradimensionat bobinajul, în sensul funcționării la regim normal cu densități de curent mai mici decît cele necesare. O altă soluție se poate obține prin introducerea unor aparate de scurtcircuitare, de șuntare a bobinajului de reglaj, în caz de scurtcircuit pe linii.

Considerăm că în țara noastră, ca urmare a creșterii puterilor în liniile de 110 kV, va trebui să se treacă la autotransformatoare de reglaj cu puteri mai mari decît 60 MVA, cît sînt cerute în prezent. În felul acesta se realizează, printre altele, după cum am arătat, și o scădere a forțelor la scurtcircuit și mai mult a eforturilor dinamice specifice.

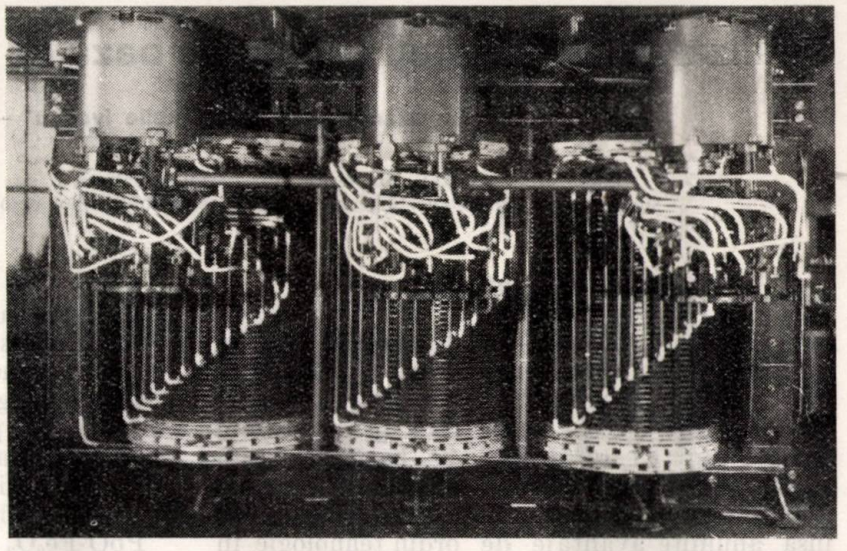


Fig. 6. Autotransformatorul de reglaj de 60 MVA 110/110 ± 20 kV, în timpul execuției.

5. Aspecte tehnologice

Elementele tehnologice specifice pot apărea în legătură cu bobinajele de tip nou, cum sînt cele de tip *B*. La acestea este necesar ca după executarea bobinelor, să se facă încercări de rezistență la presiune, la valorile maxime calculate, cu ajutorul unor prese. De asemenea, urmează să se încerce efectul dilatărilor neegale în bobinajele de reglaj, introducînd curenți într-un bobinaj de reglaj fără miez. Pe baza acestor încercări urmează să se facă corectările constructive și tehnologice necesare.

6. Exemple de calcul

Vom exemplifica în tabela 1 unele elemente din cele arătate, dînd caracteristicile principale ale unui autotransformator corespunzînd unei teme date, calculate în două variante avînd la bază bobinajul de tip *B* și respectiv de tip *C*. În cazul soluției *C*, eforturile axiale maxime rezultă circa 75 t. În cazul soluției *C*, eforturile maxime corespund bobinajului de reglaj introdus circa 75% și sînt de circa 30 t. Eforturile specifice la distanțorii de preșpan sînt sensibil sub limita admisibilă și sînt mai mici la soluția *B*, deși forțele sînt mai mari în cazul bobinajului *B*, decît în cazul *C*.

În ce privește undele de impuls trebuie arătat că s-a considerat că între cele două linii, conform schemei din fig. 1., se montează descărcătoarele cu rezistență neliniară, care să limiteze nivelul undelor de impuls dintre cele două linii, la aproximativ 125 kV (valoare corespunzînd clasei de izolație de 20 kV). Necesitatea montării acestor descărcătoare a fost arătată în aliniatul *1, 3 a*.

Uzinele „Electroputere" — Craiova au reușit să execute și să pună la punct un autotransformator de reglaj de 60 MVA 110/110/±20 kV cu reglaj sub sarcină în ±12 trepte folosind soluția cu bobinaj tip *C* arătată aici. Construcția se caracterizează printr-o mare simplitate, utilizîndu-se, pe baza unor dispoziții constructive originale, bobinaje bine cunoscute și asimilate ca tehnologie de la transformatoarele de putere (fig. 6). Din punct de vedere al performanțelor și economicității, acest transformator este superior multor construcții străine.

Ca urmare a funcționării lor specifice, autotransformatoarele oferă condiții favorabile unor construcții mai avantajoase, cum sînt spre exemplu, cele care folosesc bobinajele de tip *B*. Aceste construcții necesită unele cercetări cu caracter tehnico-științific și o tehnologie nouă a bobinajelor, ceea ce uneori, în împrejurări date, pot constitui un impediment pentru introducerea lor.

Considerăm că în realitate, problemele tehnologice sînt numai la început grele. În ceea ce privește problemele tehnico-științifice, aceste autotransformatoare pot să-și găsească rezolvarea, ele ar găsi o directă utilizare în producție și ar constitui un aport însemnat pe linia introducerii tehnicii noi în țara noastră.

Bibliografie

[1] *** Commission Electrotehnique Internationale. Publication **76**. Genéve 1955.

[2] *Küchler R.*: Die Transformatoren. Springer Verlag, Berlin, 1956.

[3] *Grosu St.*: Probleme în legătură cu calculul și construcția autotrasformatoarelor. Electrotehnica, **3** (1955) 4, 130–135.

Intrat în redacție la 19 decembrie 1960.

Realizarea de magneți oxidici pe bază de ferită de bariu și plumb

Constantin Fugaru și Vasile Ivașcu* — București

Magneții sinterizați din ferite au permis realizarea de economii în producție prin simplificarea tehnologiei în comparație cu cea a magneților pe bază de Ni.

CZ 621.318.22:538.246.2

1. Generalități

În ultimii ani, producția de magneți oxidici pe bază de ferită de bariu a luat o dezvoltare din ce în ce mai mare. După realizarea magneților izotropi cu o energie $(BH)_{max}$ de ordinul 8.10^3 τ/m^3 (1.10^6 GsOe) pe bază de ferită de bariu s-a căutat elaborarea unui material avînd proprietăți magnetice similare, prezentînd însă anumite avantaje de ordin tehnologic în speță o temperatură de tratament termic mai coborîtă. Pentru acest scop au fost întreprinse lucrări de cercetare studiindu-se un număr de compuși din sistemul Fe_2O_3-BaO-PbO.

1.1. Diagrama binară. Un compus feromagnetic analog cu ferita de bariu, cu care este izomorfă este magnetoplumbita $PbO.6Fe_2O_3$. Magnetoplumbita, ca și ferita de bariu, sînt materiale cu proprietăți magnetic dure.

Sistemul PbO-Fe_2O_3 a fost studiat de Kohlmeyer [1] stabilind fazele ce iau naștere în condiții diferite de tratament. Compoziția la care apar cele ma favorabile valori ale parametrilor magnetici de interes practic a fost studiată de Pawlek [2].

Diagrama fazelor obținută de Kohlmeyer este prezentată în fig. 1. Se constată că la 670°C se formează pentru orice raport inițial $\frac{PbO}{Fe_2O_3}$, faza cu compoziția $2PbO.Fe_2O_3$. Faza $PbO.2Fe_2O_3$ se formează la temperaturi mai ridicate între 750 și 825°C, iar peste 825°C la raport $PbO/Fe_2O_3 < 2$, faza γ se transformă în fazele $\delta + \beta$ sau numai în β, cu compoziția $PbO.6\ Fe_2O_3$ (magnetoplumbita).

Peste temperatura de 900°C în amestecul $\delta + \beta$ rămîne faza β într-o masă topită. Magnetoplumbita, fiind izomorfă cu ferita de bariu dă probabil cu ea soluții solide într-o gamă mare de concentrații. Nu există încă un studiu asupra soluțiilor solide de magnetoplumbită și ferită de bariu, nici din punct de vedere cristalografic, nici din punct de vedere magnetic.

Atît magnetoplumbita cît și ferita de bariu sînt feromagnetice, prezentînd valori apropiate pentru momentul magnetic la saturație, ceea ce se datorește izomorfismului lor și diferenței reduse dintre razele ionilor de Ba^{2+} și Pb^{2+} (1,43 și 1,32).

Este de presupus că și soluțiile solide ale acestor două combinații vor fi feromagnetice, obținîndu-se valori relativ ridicate ale momentului magnetic la saturație și constantei anizotropiei magnetocristaline K. Nu se poate prevedea în prealabil dependența proprietăților magnetice ale feritei complexe de bariu și plumb de compoziția lor.

Din studiul diagramei de fază a sistemului PbO-Fe_2O_3 se poate constata că sînt de prevăzut cîteva importante avantaje tehnologice prin obținerea unor ferite complexe de bariu și plumb.

Se știe că formarea feritei de bariu din oxizii de Fe și Ba are loc cu viteză mai ridicată de la 950°C în sus. Din diragama lui Kohlmeyer rezultă că faza β, magnetoplumbita se formează începînd de la temperatura mai joasă de 825°C. Putem presupune că viteza de formare a feritei de bariu, va crește dacă reacția chimică și sinterizarea se fac în prezența oxidului de plumb.

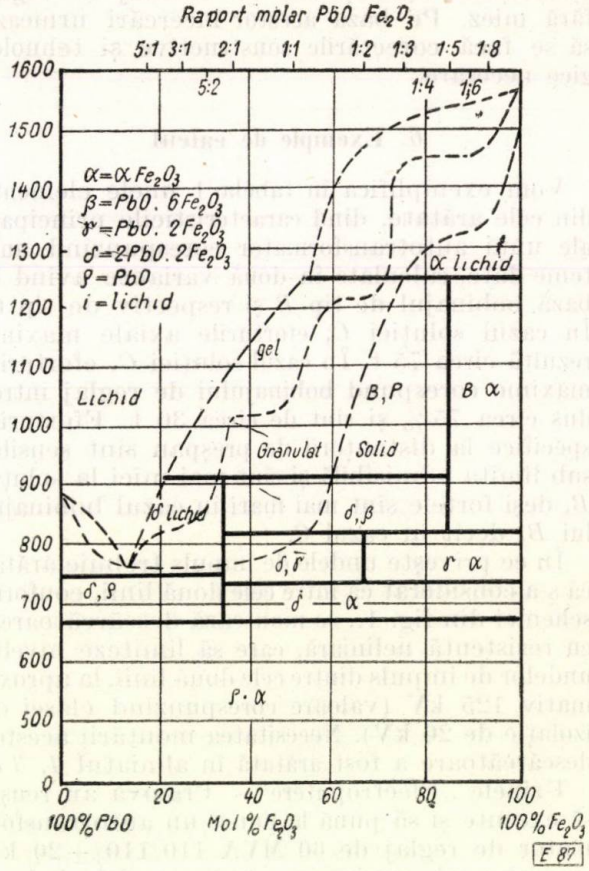


Fig. 1. Diagrama binară $PbO - Fe_2O_3$.

---

* Ing. *C. Fugaru*, cercetător metalurg la ICET; ing. *V. Ivașcu*, cercetător principal chimist la ICET.

Într-adevăr, dacă $\frac{PbO}{Fe_2O_3} < 1{,}5$ la 825°C se formează faza cu viteza de reacție ridicată. În aceste condiții este foarte probabilă o creștere mare a vitezei de formare a feritei de bariu izomorfe cu magnetoplumbita deoarece există germenii fazei β, în jurul cărora se poate forma ferita de bariu. Prin difuzia ionilor de bariu și plumb se obține o ferită mixtă cu proprietăți magnetice determinate.

În cercetările efectuate raportul molar $\frac{PbO}{Fe_2O_3}$ crește treptat pînă la aproximativ 1/10, ceea ce va permite să presupunem că la temperaturi mai mari de 825°C se formează magnetoplumbita accelerînd conform mecanismului de mai sus formarea feritei de bariu.

2. Lucrări experimentale

Lucrările experimentale au cuprins executarea unor epruvete din material avînd compoziția chimică conform tabelei 1, măsurătorile magnetice și studiul microscopic al epruvetelor executate.

Materialele au fost astfel preparate încît conținutul în PbO a variat între 1...10% în greutate. Compoziția chimică este dată în tabela 1.

Tabela 1

Compoziția chimică a probelor

Nr. crt.	Denumirea probei	Compoziția chimică % greutate			Compoziția în moli
		Fe_2O_3	BaO	PbO	
1	A	84,30	14,61	1,09	0,950 BaO 0,050 PbO } 5,3 Fe_2O_3
2	B	82,3	14,4	3,3	0,864 BaO 0,136 PbO } 4,76 Fe_2O_3
3	C	81,40	14,20	4,40	0,823 BaO 0,177 PbO } 4,54 Fe_2O_3
4	D	80,50	14,08	5,42	0,700 BaO 0,210 PbO } 4,36 Fe_2O_3
5	E	79,50	13,90	6,60	0,753 BaO 0,247 PbO } 4,15 Fe_2O_3
6	F	76,00	13,20	10,80	0,638 BaO 0,362 PbO } 3,54 Fe_2O_3

Materiile prime folosite au fost:

— Oxid roșu de fier tehnic cu un conținut de Fe_2O_3 94%
umiditate 1,4 %
P. C. 3,6 %
Insolubile 0,3 %
S 0,7 %

Carbonatul de bariu tehnic

BaO	76 %
CaO	0,6 %
Na_2O	0,4 %
SO_3	0,7 %
P.C.	22,3 %

Minium de plumb calitatea I-a

PbO 95,4%

Prepararea epruvetelor s-a făcut după schema următoare:

— Materiile prime în cantități corespunzătoare, compoziției chimice indicate în tabela 1 se amestecă în mori cu bile în prezența unor cantități egale de apă și bile de oțel.

Amestecarea se face timp de 24 ore. Materialul amestecat se filtrează și se usucă în etuvă. Pulberea uscată se supune tratamentului termic preliminar (presinterizare) la 950°C timp de 2 ore (probele însemnate cu *I*) și 4 ore (probele însemnate cu *II*). Ferita obținută se macină în mori cu bile în prezența unor cantități egale de bile și apă timp de 48 ore. Pulberea fină de ferită, astfel obținută se amestecă cu 4...8% soluție de trimetil celuloză sau alcool polivinilic și se presează cu o presiune de 0,8 t/cm, în formă de cilindri cu diametrul de 16 mm și o greutate de 10 g. După uscare, epruvetele au fost supuse procesului de sinterizare la temperaturi de 1 100°C (indicele *a*) și 1 150°C (indicele *b*) menținîndu-se timp de 1/2 oră, 1 oră și 2 ore. Ridicarea temperaturii pînă la palier se face cu o viteză de 200°C pe oră, iar răcirea cu circa 300°C/oră.

Asupra probelor s-au făcut următoarele determinări:

— dimensiuni
— densitate
— performanțe magnetice (Br, Hc, $(BH)_{max}$).

Performanțele magnetice au fost determinate cu ajutorul unui permeametru cu jug dublu tip Neumann construcție ICET.

Valorile obținute pe epruvete sînt date în tabelele 2..5.

Tabela 2

Proba	PbO %	g/cm³	2 ore la 950°	1 100° 0,5 ore 950° — 2 ore				1 100° — 1 ore 950° — 2 ore				1 100° — 2 ore		
				Br Gs	Hc Öe	$(BH)_{max}$ 10^6 Gs Öe	g/cm³	Br Gs	Hc Öe	$(BH)_{max}$ 10^6 Gs Öe	g/cm³	Br Gs	Hc Öe	$(BH)_{max}$ 10^6 GsÖe
aAI	3	2,74	4,63	2 010	1 635	0,824	4,80	2 148	1 530	0,824	4,92	1 830	1 380	0,635
aBI	4	2 86	4,72	2 000	1 630	0,815	4,82	2 180	1 650	0,900	4,93	1 900	1 415	0,673
aCI	5	2,94	4,85	1 980	1 620	0,800	4,92	2 220	1 660	0,925	4,98	2 040	1 530	0,781
aDI	6	2 96	4,90	1 950	1 597	0,778	4,98	2 100	1 643	0,860	5,0	2 130	1 620	0,864
aEI	10	3,25	4,91	—			4,98	2 075	1 630	0,840	5,0	2 010	1 480	0,740

Tabela 3

Proba	PbO %	g/cm³	950°C	—4 ore 1 100 0,5 ore 950°				— 4 ore 1 100°—1 oră 950°				—4 ore 1 100° — 2 ore		
				Br Gs	Hc Öe	$(BH)_{max}10^6$ GsÖe	d g/cm³	Br Gs	Hc Öe	$(BH)_{max}10^6$ Gs Öe	d g/cm³	Br Gs	Hc Öe	$(BH)_{max}10^6$ Gs Öe
aAII	3	2,99	4,69	1 930	1 560	0,754	4,71	2 025	1 560	0,790	4,85	1 915	1 050	0,500
aBII	4	3,0	4,83	1 950	1 550	0,755	4,90	2 005	1 500	0,757	4,90	1 921	1 220	0,580
aCII	5	3,23	4,92	1 980	1 558	0,772	4,95	2 060	1 500	0,772	5,00	1 930	1 400	0,670
aDII	6	3,25	4,93	2 010	1 595	0,800	4,97	2 150	1 610	0,863	5,00	2 080	1 420	0,740
aEII	10	3,64	4,93	2 130	1 530	0,815	4,97	2 180	1 490	0,813	5,00	2 110	1 370	0.725

Tabela 4

Proba	PbO %	g/cm³	950° d	—2 ore 1 150°—0,5 ore				1 150° — 1 oră				1 150° — 1 oră		
				Br Gs	Hc Öe	$(BH)_{max}10^6$ Gs Öe	d	Br	Hc	$(BH)_{max}10^6$ Gs Öe	d	Br	Hc	$(BH)_{max}10^6$ Gs Öe
bAI	3	2,74	4,65	1 820	1 220	0,562	4,80	1 860	1 150	0,535	4,90	1 725	1 080	0,465
bBI	4	2,86	4,75	1 850	1 400	0,653	4,85	1 915	1 370	0,660	4,92	1 800	1 260	0,567
bCI	5	2,94	4,86	1 900	1 510	0,715	4,98	2 085	1 500	0,788	5,00	1 820	1 285	0,583
bDI	6	2,96	4,90	2 000	1 580	0,790	4,98	2 100	1 615	0,846	5,00	2 023	1 520	0,770
bEI	10	3.25	4,90	2 015	1 594	0,800	5,00	2 215	1 560	0,865	5,01	1 870	1 310	0,612

Tabela 5

Proba	PbO %	g/cm³	950°C d	4 ore 1 150° — 0,5 ore				1 150° — 1 oră				1 150° — 1 oră		
				Br Gs	Hc Öe	$(BH)_{max}10^6$ Gs Öe	d	Br	Hc	$(BH)_{max}10^6$ Gs Öe	d	Br	Hc	$(BH)_{max}10^6$ Gs Öe.
bAII	3	2,99	4,70	1 870	1 148	0,538	4,73	1 900	1 200	0,570	4,87	1 750	1 020	0,447
bBII	4	3,05	4,82	—	—	—	4,91	1 920	1 300	0,625	4,96	1 800	1 080	0,486
bCII	5	3,23	4,93	2 015	1 500	0,756	4,95	2 050	1 525	0,780	4,99	1 950	1 170	0,572
bDII	6	3,27	4,95	2 080	1 599	0,834	4,97	2 200	1 610	0,886	5,00	2 100	1 510	0,793
bEII	10	3,63	4,95	3 100	1 525	0,801	4,98	2 150	1 490	0,800	5,00	1 700	1 250	0,583

3. Interpretarea rezultatelor obținute

Ferita mixtă de bariu și plumb (compoziția aleasă) în urma tratamentului preliminar de sinterizare de 2 ore și 4 ore la 950°C prezintă o creștere a densității atît în funcție de creșterea conținutului de PbO cît și a duratei palierului

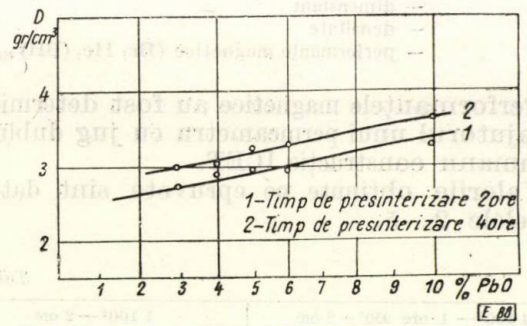


Fig. 2. Variația densității feritei presinterizate în funcție de conținutul în PbO.

la temperatura maximă. Creșterea precum reiese din fig. 2 se poate considera practic liniară.

Graficele din fig. 2 — 7 ne arată influența variației conținutului de PbO în limitele 3...10% a duratei tratamentului termic preliminar a temperaturii maxime și a duratei palierului la această temperatură asupra densității finale a epruvetei.

Se constată că depășirea unui procent de 6% PbO nu mai aduce un aport remarcabil în creșterea densității finale. La fel creșterea timpului sau a temperaturii maxime peste limitele ce reies din grafic.

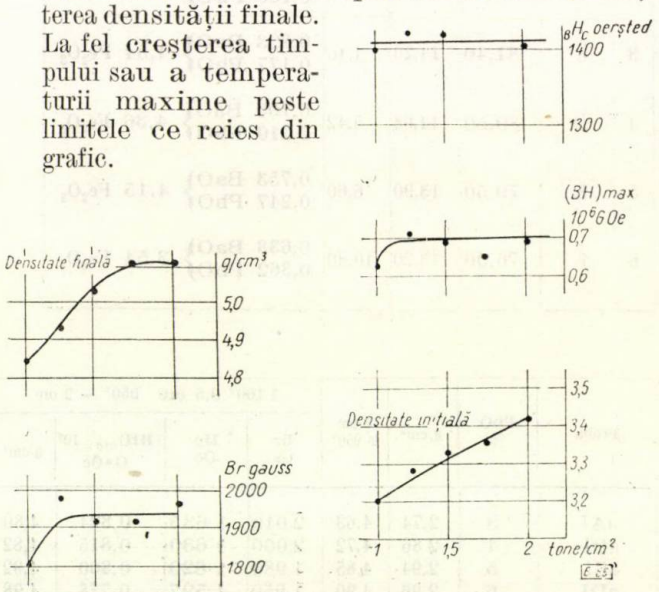


Fig. 3. Proprietățile magnetice în funcție de presiunea la presare și densitate.

Densitatea materialului este numai unul din parametrii care pot determina o energie magnetică ridicată a materialului, un factor determinant fiind mărimea cristalelor.

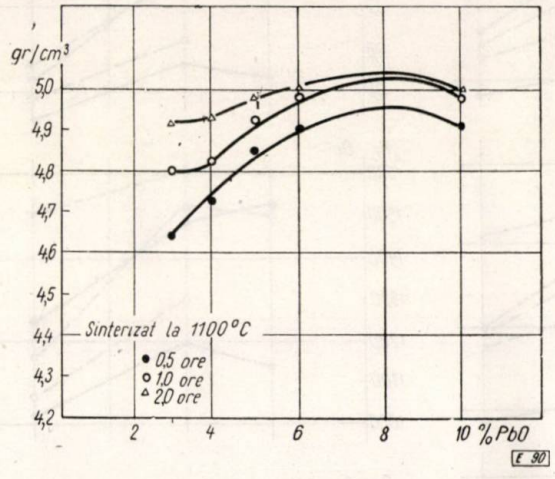


Fig. 4. Variația densității în funcție de conținutul de PbO al feritei, material presinterizat în 350°C — 2 ore.

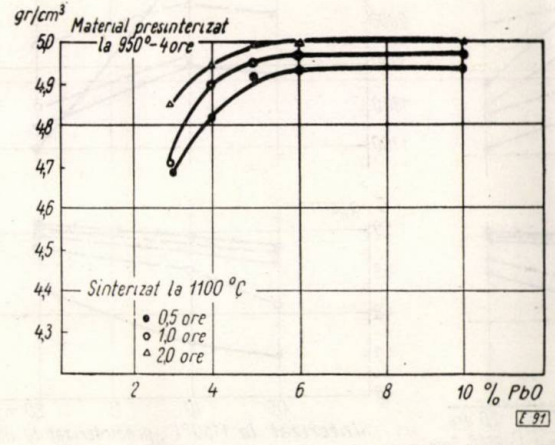


Fig. 5. Material presinterizat la 950°C — 4 ore.

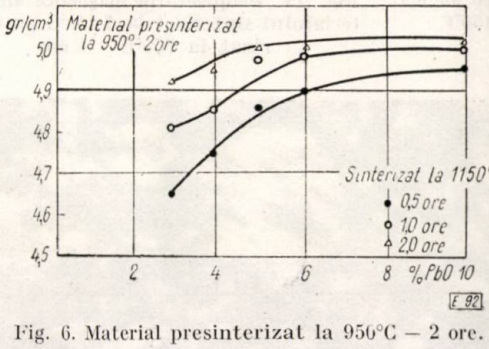


Fig. 6. Material presinterizat la 950°C — 2 ore.

Graficele din fig. 8...11 ne arată în ce măsură tratamentul termic influențează asupra performanțelor magnetice la diferite tipuri de rețete. Probele cu un conținut de 1% PbO au fost eliminate, în plaja temperaturilor studiate ele fiind performanțe mult prea scăzute pentru a interesa din punct de vedere tehnic. Materialul cu un conținut de 3% PbO se prezintă după tratamentul termic preliminar încă slab reacționat.

Creșterea procentului de PbO la 4,5, 6% duce la activarea procesului de presinterizare pe

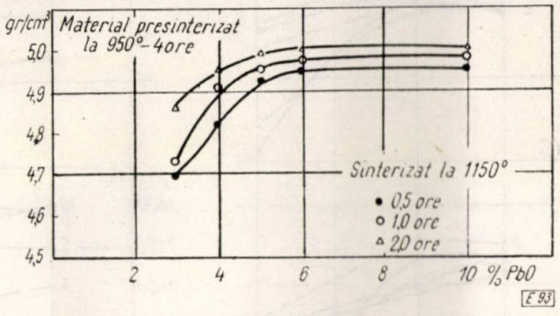


Fig. 7. Material presinterizat la 950°C — 4 ore.

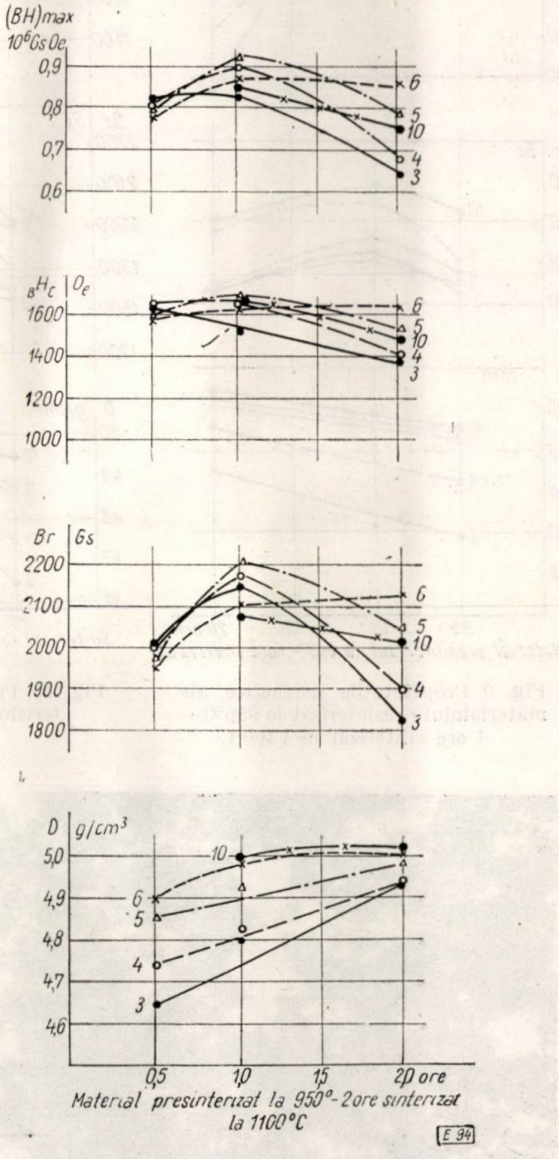


Fig. 8. — Proprietățile magnetice ale materialului presinterizat la 950°C — 2 ore, sinterizat la 1 100°C.

măsura creșterii conținutului de PbO ajutînd astfel la obținerea unui material bine reacționat

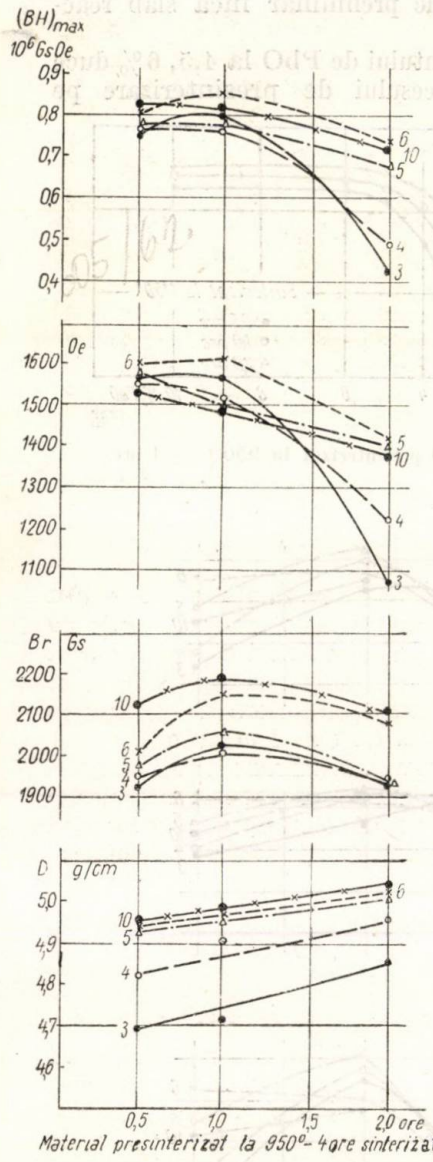


Fig. 9. Proprietățile magnetice ale materialului presinterizat la 950°C — 4 ore sinterizat la 1 100°C.

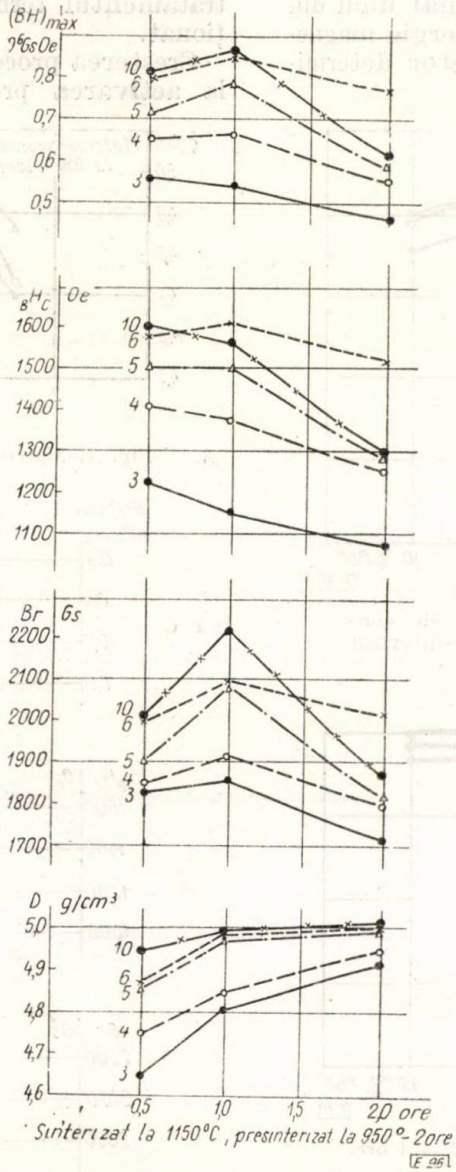


Fig. 10. Proprietățile magnetice ale materialului sinterizat la 1150°C.

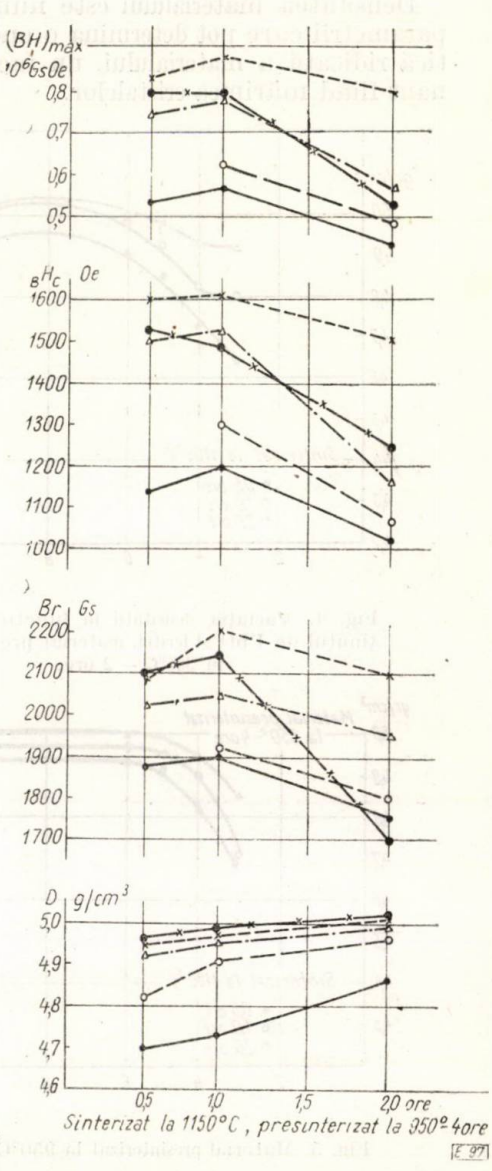


Fig. 11. Proprietățile magnetice ale materialului sinterizat la 1 150°C presinterizat la 950°C — 4 ore.

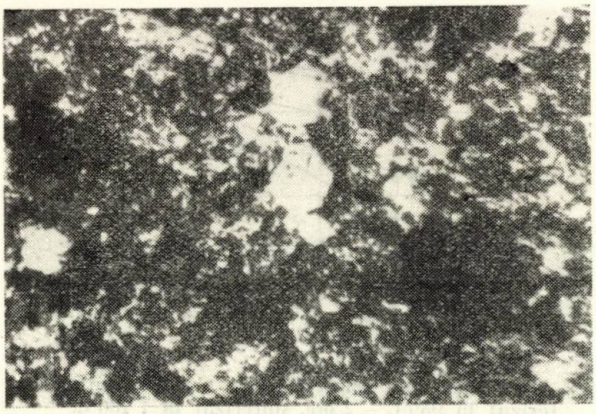


Fig. 12. Ferită de bariu, cristale hexagonale 5 . . . 10 μ sinterizat la 1 100°C., palier 1 h, (atacul folosit H Cl 10 %). HNO_3 5 %

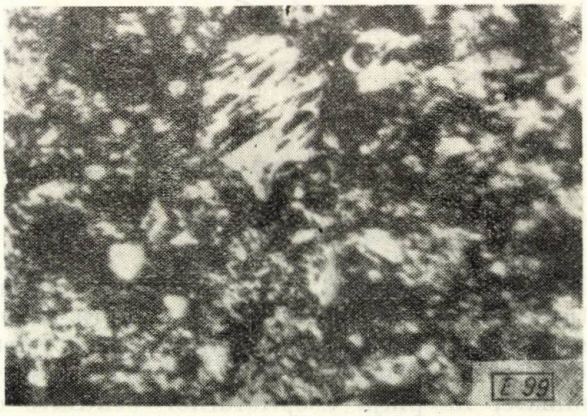


Fig. 13. Ferită de bariu, cristale hexagonale între 10 . . . 40μ, sinterizat 1 150°C timp 1 h (atacul HCl 10 %, HNO_3 5 %).

cu densitate ridicată care la tratamentul termic final va prezenta o creștere cu atît mai lentă a cristalelor cu cît procesul de sinterizare era mai avansat la tratamentul preliminar.

Astfel epruvetele executate din material cu 6% PbO au prezentat valori ridicate ale energiei magnetice (0,8...0,9) 10^6 GsÖe în intervale mari de temperatură și timp de palier.

Majorarea la 10% a conținutului de PbO duce la mărirea vitezei de creștere a cristalelor la tratamentul termic final deci la scăderea performanțelor magnetice.

4. Analiza structurală

Pregătirea probelor pentru analiza structurală a impus experimentarea meticuloasă, în scopul găsirii unei metode de lustruire a feritei de bariu, deoarece ea este foarte friabilă. Lustruirea a fost executată cu un dispozitiv special de lustruit plăcuțele de siliciu folosit în fabricația semiconductoarelor.

Tot atît de importantă a fost și găsirea unui atac pentru punerea în evidență a poliedrilor de ferită de bariu și plumb. Rezultatele mulțumitoare de punere în evidență a structurii hexagonale a feritei de bariu (fig. 12, 13, 14) au fost obținute cu atacul următor :

- HCl 10 %
- HNO_3 5 %
- Temperatură 60°C
- Timp 1 min

Din analiza structurală probele sinterizate la 1 100°C au rezultate bune, energii $(BH)_{max}$ 0,8... ...0,9.10^6 Gs Öe.

Particulele cristaline de ferită de bariu la materialul sinterizat la 1 100°C timp de o oră au avut dimensiunile de 5...10 μ (fig. 12). În cazul materialului sinterizat la 1 150°C cu un palier de 2 ore particulele cristaline au avut dimensiunile 10...50 μ (fig. 13) și energia magnetică mai mică 4—5.10^3 τ/m^3 (0,5—0,6.10^6 GsÖe) (fig. 14).

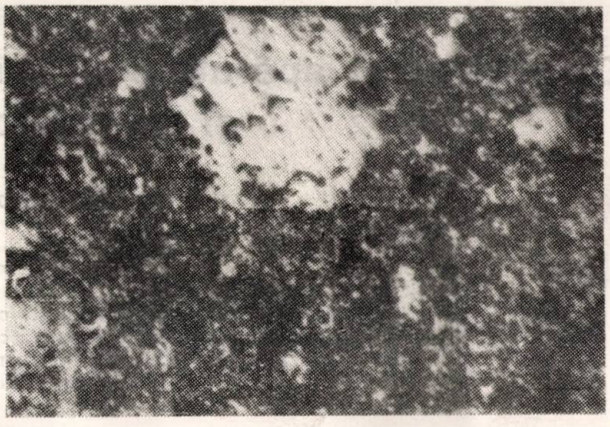


Fig. 14. Ferită de bariu, cristale hexagonale 30...60 μ sinterizat 1 150°C timp 2 h (atacul HCl 10 %, HNO_3 5 %).

5. Concluzii

Se elaborează un material magnetic cu calități superioare, avînd energia aproximativ egală cu cea a magneților izotropi din ferită de bariu.

Materialul elaborat necesită un tratament termic inițial și final la temperaturi inferioare celor aplicate feritei de bariu simple.

Există posibilități de aplicare industrială a acestui material magnetic prezentînd avantaje de ordin tehnologic și economic realizate în urma reducerii temperaturii de tratament termic.

Bibliografie

[1] *Kohlmeyer E.* : Studiul fazelor în sistemul PbO — Fe_2O_3. Metall und Erz **1** (1913) 483—491.

[2] *Berger W, Pawlek F.* : Cercetări cristalografice și magnetice în sistemul PbO—Fe_2O_3. Archiv für das Eisenhüttenwesen. **2** (1957) febr. 101 — 108.

[3] *Solț N. N.* și *Pisarev A. K.* : Oksidnie magnitnîe materiali. Otdel naucino tehniceskoi informația. Moscova, 1958.

[4] *Zaimovski A. S. Usov* : Metale și aliaje electrotehnice, Ed. Energetică de Stat, București, 1954, p. 61.

Intrat în redacție la 15 decembrie 1960.

Dispozitive şi aparate pentru încercarea la uzură a contactelor şi aparatelor de comutaţie

Ion Barbu* — Bucureşti

Leferditva
J 3605/62

Automatizarea intensă a proceselor de producţie impune realizarea unor aparate de comutaţie cu o funcţionare sigură şi durată de viaţă de ordinul zecilor de milioane de conectări. Această performanţă a aparatelor de comutaţie se poate obţine numai în urma încercărilor de laborator care permit elaborarea celor mai rezistente elemente şi subansamble. În lucrare se prezintă : metodele de încercare, schemele folosite, dispozitivele de comandă şi aparatele de încercat la uzură.

CZ 621.316.544.1.001.4 :621.316.57.004.6

Durata de viaţă a aparatelor de conectare şi a contactelor de întrerupere nu se poate determina pe cale teoretică, prin calcul [1], [2], aceasta se determină numai din încercări experimentale, supunînd aparatul sau contactele să execute un număr determinat de conectări în regimul de sarcină indicat de norme [3], [4]. În acest scop la ICET s-au realizat dispozitive mecanice şi electronice de comanda aparatelor de comutaţie pentru încercările la uzură, precum şi aparate speciale de determinarea uzurii contactelor. De asemenea, a fost elaborată de către autor o schemă nouă pentru încercarea la uzură a contactelor în regimul de sarcină ohmică. Prin folosirea schemei propuse la încercarea contactelor electrice, din materialele uzuale, la curentul de 60 şi 100 A se realizează o economie de energie electrică de circa 400 000 lei pe fiecare ciclu de încercări.

Dispozitivele de comandă sînt de două feluri : mecanice şi electronice. Dispozitivele mecanice se compun dintr-o serie de discuri cu contacte, antrenate prin intermediul unui reductor de viteză de un motor, iar cele electronice sînt de tipul releelor basculante cu tiratroane [5].

Încercarea aparatelor la uzură prezintă o mare importanţă întrucît dă posibilitatea constructorului ca pe baza rezultatelor experimentale obţinute să modifice soluţiile constructive, ridicînd durata de viaţă a aparatelor la nivelul tehnicii mondiale. Contactaoarele moderne au o durată de viaţă de ordinul zecilor de milioane de conectări ($1-15.10^6$) [6].

Scopul încercării contactelor la uzură este acela de a determina, pentru un anumit regim, pe cale experimentală cel mai bun material de contact, dintr-o serie de materiale uzuale cum ar fi : Ag, AgCd, AgZn, AgCu, AgCdO, AgW, CuW etc.

În lucrare se expun prevederile normelor referitoare la încercările de uzură şi se descriu dispozitivele de comandă şi încercările. De asemenea se demonstrează, teoretic şi experimental echivalenţa încercărilor realizate de schema propusă şi de o schemă normală. Schema de încercare propusă rezultă din conectarea în serie a N contactoare în vederea obţinerii unei frecvenţe de acţionare cu o durată relativă de conectare pentru N contactoare simultan, realizîndu-se astfel o economie de energie electrică şi sarcină.

1. Condiţiile impuse încercărilor la uzură

Există un bogat material [7], [8], [9], [10] în care sînt comunicate rezultatele obţinute de diverse colective de cercetare din străinătate în problema uzurii contactelor [11], [12]. Dacă se compară aceste cercetări se constată că pentru aceeaşi parametri (tensiune, curent, cos φ etc.) şi diferite regimuri de încercare (număr de acţionări pe oră, durata relativă de conectare, aparatele pe care se încearcă contactele etc.) rezultatele obţinute diferă între ele. De aceea pentru ca cercetările să poată fi în general valabile este necesar ca experienţele să se execute conform normelor [1], [2], [3], [4]. Trebuie menţionat că experienţele citate în literatură nu respectă decît unii parametri din prevederile normelor ; însăşi normele nu sînt aceleaşi în toate ţările, unele fiind incomplete. Dintre toate, recomandările CEI [1] sînt mai complete, ţinînd seama de toţi parametrii şi de toate condiţiile de încercare : tensiune, curent, factor de putere, numărul de acţionări pe oră, durata relativă de conectare ($D_A\%$).

Normele prevăd două feluri de încercări la uzură : încercarea mecanică şi încercarea electrică ; din ambele rezultă durata de viaţă a aparatului. Rezistenţa la uzură mecanică a unui aparat de conectare este caracterizată prin numărul de acţionări pe care este capabil să le suporte în gol înainte de a deveni necesară revizia sau înlocuirea de părţi mecanice [4]. Prin acţionare în gol se înţelege o operaţie de închidere şi o operaţie de deschidere, fără curent în circuitele principale. Durata de viaţă electrică se referă la durata de viaţă a contactelor în regimul de sarcini pentru care a fost construit aparatul respectiv.

* Ing. *I. Barbu*, este cercetător la ICET.

Se afirmă [6] că durata de funcționare a aparatului, reprezintă în principiu, o mărime caracteristică pentru calitățile mecanice, fiind independentă de încărcarea electrică a aparatului.

În urma încercărilor la uzura electrică, efectuate în ICET, s-a constatat că aparatele de comutație care au rezistat la circa trei milioane de conectări în gol (efectuate în cadrul întreprinderii Electroaparataj), în sarcină au rezistat la un număr de conectări sub 1 milion. Aceasta se datorește faptului că anumite piese din materiale izolante, care vin în contact cu căile de curent, se ard sau se carbonizează, provocînd în ultimul caz scurtcircuite prin conturnări sau străpungeri. Arderea pieselor se datorește, pe de o parte, încălzirii normale, iar pe de altă parte, încălzirii suplimentare din cauza creșterii rezistențelor de contact. Aceasta din urmă este provocată de slăbirea pieselor îmbinate cu șuruburi ca o consecință a deformării permanente a inelelor de siguranță. Tot din cauza slăbirii inelelor de siguranță anumite subansamble îmbinate cu șuruburi se desfac.

Din aceste constatări rezultă că încercarea aparatelor la uzură în gol nu este concludentă, deoarece nu indică durata reală de viață din exploatare căci în exploatare aparatul funcționează în sarcină.

Pentru ca durata de viață a unui aparat, determinată din încercări, să coincidă cu durata de viață din exploatare, încercările de uzură trebuie să se efectueze într-un regim echivalent cu cel din exploatare, adică în sarcină. Sarcina diferă după felul de întrebuințare al aparatului de conectare. Recomandările CEI [1] prevăd patru regimuri de încercare pentru aparatele de curent alternativ și două regimuri de încercare pentru aparatele cu curent continuu, corespunzătoare regimurilor din exploatare.

Încercările efectuate în ICET s-au executat conform primului paragraf din tabela 1, a recomandărilor CEI [1]. Se prevede încercarea sub sarcină ohmică, anclanșarea și declanșarea făcîndu-se pe curentul și tensiunea nominală. Numărul de acționări pe oră a fost de 600 cu o durată relativă de conectare de 60%, conform STAS 553–60.

S-a ales acest regim întrucît încercările au avut scopul, pe de o parte, să determine durata de viață absolută a contactelor, iar pe de altă parte, să se constate comparativ față de un contact etalon (din Ag) comportarea diverselor materiale de contacte. Au fost încercate 24 contacte din circa 12 materiale diferite, deci cîte două contacte din același material. Este necesară încercarea mai multor contacte din același material deoarece uzura contactelor nu se reproduce. Abaterile de uzură constatate experimental ajung pînă la 22% din uzura medie, obținută la cinci contacte [13].

2. Schema de încercare la uzura electrică a contactelor

Din motivele arătate mai sus, pentru determinarea uzurii în valoare absolută cît și relativă la o serie de 12 materiale de contact, s-a ales regimul în care curentul și tensiunea de anclanșare și declanșare sînt cele nominale. Trebuie menționat că încercările efectuate la diverse institute din străinătate, în vederea determinării celui mai bun material de contact, se fac la curenți și tensiuni nominale.

Pentru încercarea a 24 contacte de 60 și 100 A la 380 V, formînd cîte 8 contactoare tripolare, la 10^6 conectări cu frecvența de acționare de 600 conectări pe oră și durata relativă de conectare de 60% se consumă energie electrică de 840 000 kWh. Costul acestei energii, considerînd prețul unitar de 0,60 lei/kWh, este de 505 000 lei. Din acest motiv autorul a elaborat o schemă, admisă ca inovație în cadrul ICET, care reproduce practic regimul de încercări de mai sus și în care regim se consumă 105 900 kWh. Prin folosirea acestei scheme s-a

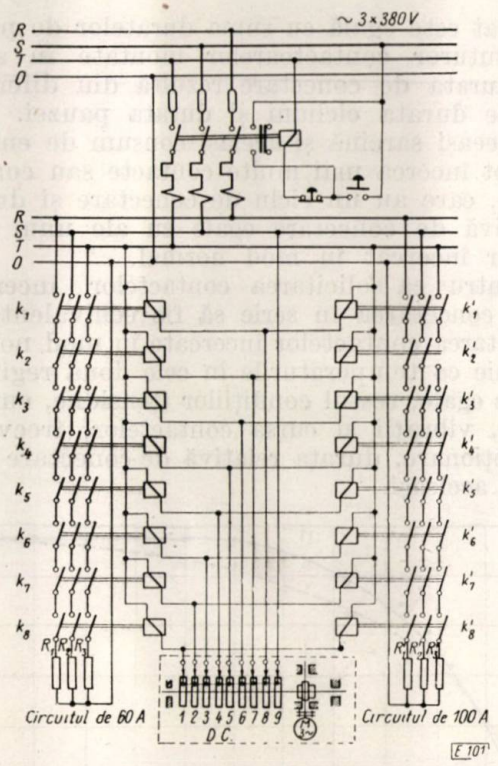


Fig. 1. Schema de încercare la uzura electrică a contactelor și aparatelor de comutație:
R_1, R_2, R_3 / R'_1, R'_2, R'_3 rezistențe de sarcină;
K_1, K_2, K_3 / K'_1, K'_2, K'_3 contactoare de încercat;
DC dispozitivul de comandă.

realizat la consumul de energie electrică o economie de 442 000 lei.

Inovația constă în elaborarea și realizarea unei scheme după care conectarea și deconectarea

contactoarelor, echipate cu contactele de încercat, se face în serie aşa cum se arată în fig. 1.

Într-un ciclu de conectare fiecare contactor din schemă (montat în serie) execută o închidere şi deschidere sub sarcină. Durata de pauză, într-un ciclu a unui contactor astfel

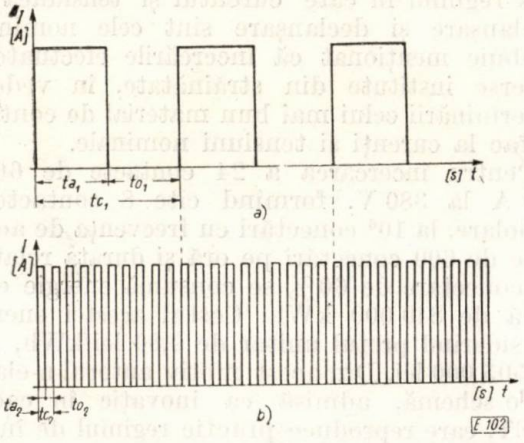


Fig. 2. Diagrama curentului funcţie de timp (valori eficace): *a* — regimul indicat de standarde; *b* — regimul echivalent în ipoteza $tc_1 \ll T$

montat este egală cu suma duratelor de pauză ale tuturor contactoarelor montate în serie, iar durata de conectare rezultă din diferenţa dintre durata ciclului şi durata pauzei. Deci cu aceeaşi sarcină şi acelaşi consum de energie se pot încerca mai multe contacte sau contactoare, care au un ciclu de conectare şi durata relativă de conectare egale cu ale unui contactor încercat în mod normal.

Pentru ca solicitarea contactelor încercate prin conectarea în serie să fie echivalentă cu solicitarea contactelor încercate în mod normal trebuie ca temperaturile în cele două regimuri să fie egale, restul condiţiilor (tensiune, curent, cos φ, vibraţii şi cursa contactelor, frecvenţa de acţionare, durata relativă de conectare etc.) fiind aceleaşi.

În fig. 2, *a* se arată regimul de curent la încercările indicate de norme [1],[2],[3],[4], iar în fig. 2, *b* regimul obţinut prin conectarea în serie a contactelor.

Egalitatea temperaturilor în cele două regimuri s-a demonstrat atît analitic (vezi anexa (a 3)) cît şi practic, prin măsurători.

Încălzirea contactelor în cele două regimuri este dată de curbele din fig. 3, din care rezultă egalitatea temperaturilor. Stabilirea temperaturilor se face în diferiţi timpi, astfel temperatura de regim se stabileşte după circa 70 min la încercarea în serie a contactelor şi după circa 100 min la încercarea normală. Pe tot intervalul de timp al procesului tranzitoriu diferenţa între cele două temperaturi nu depăşeşte 5°C. În fig. 4 s-au reprezentat curbele încălzirii şi răcirii, la o scară logaritmică, din care rezultă că există o diferenţă mică între constantele de timp termice, în regimul indicat de norme şi cel obţinut prin conectare în serie a contactelor. Constanta de timp în regimul indicat de norme este de 12 min, iar cea în regimul obţinut prin conectare în serie de 11 min. Curbele *c* şi *d* reprezintă răcirea contactelor închise, respectiv deschise, din care rezultă aproximativ aceeaşi constantă de timp.

Numărul de contacte sau contactoare ce se pot încerca în serie este limitat de următorii parametri: frecvenţa de acţionare, durata de conectare şi de inerţia sistemului mobil al contactorului (suma timpului de închidere şi

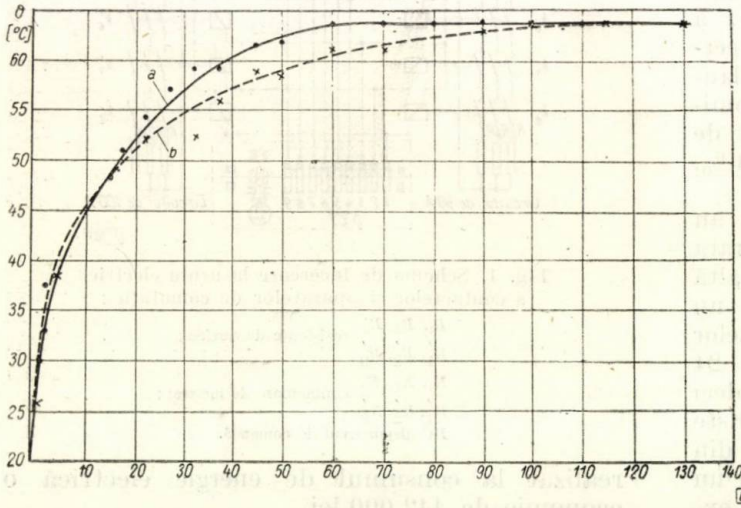


Fig. 3. Curbele de încălzire ale contactelor de 100 A în regimul: $n = 600$ c/h, $D_A = 60\,\%$:
a — încălzirea după metoda conectării în serie; *b* — încălzirea după metoda indicată de norme.

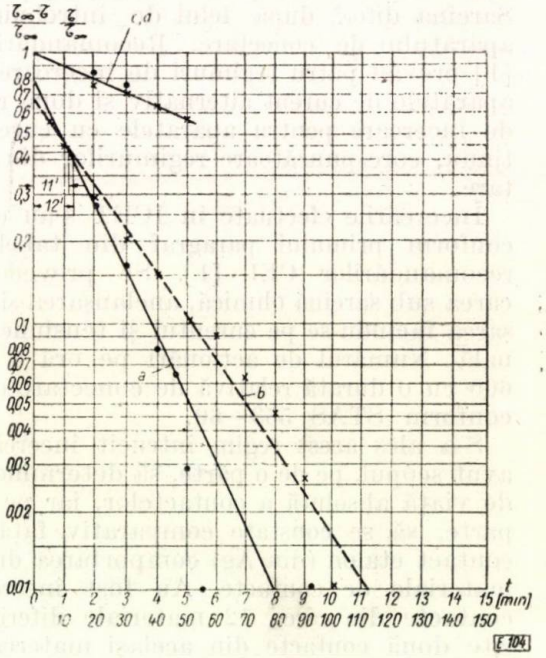


Fig. 4. Curbele de încălzire şi de răcire ale contactelor de 100 *A* în regimul $n = 600$c/h, $D_A = 60\,\%$:
a — încălzirea după metoda conectării în serie (scara de jos a timpului); *b* — încălzirea după metoda indicată în norme (scara de jos a timpului); *c,d* — răcirea contactelor închise respectiv deschise (scara de sus a timpului).

deschidere). Numărul de contactoare ce se pot conecta în serie la frecvența de acționare de 600 c/h și durata relativă de conectare de 60% presupunînd că o închidere și deschidere se face în 0,2 s, rezultă astfel:

$$N_c = \frac{t_p}{t_{di}} = \frac{6{,}40}{100 \cdot 0{,}2} = 12 \text{ contactoare} \quad (1)$$

unde:

t_p este durata pauzei unui ciclu în s,
t_{di} — durata necesară închiderii și deschiderii unui contactor în s.

La frecvențele de acționare de 3 000,1 200 și 300 c/h și $D_A = 60\%$ numărul de contactoare ce pot fi conectate în serie, în ipoteza că o închidere și deschidere se efectuează în seria 0,2 s, este de 3 ;6 și 24.

3. Dispozitive de comandă

Dispozitivele de comandă acționează pentru realizarea regimului de încercări, conform normelor, asupra bobinei dispozitivului de acționare al aparatului de încercat. S-au construit două tipuri de dispozitive de comandă, electronice și mecanice. Cele electronice sînt de tipul releelor basculante cu tiratroane [5], iar cele mecanice sînt formate din motoare care antrenează discuri cu contacte.

3.1. Dispozitivul electronic de comandă. Schema dispozitivului de comandă electronic și a aparatului de încercat contacte electrice la uzură este arătată în fig. 5. Dezavantajul dispozitivului electronic de comandă cu tiratroane constă în aceea că tiratroanele, datorită duratei scurte de viață, trebuie schimbate după circa 20 de zile de funcționare. Din acest motiv se recomandă elaborarea unei scheme electronice la care în locul tiratroanelor să se folosească amplificatoare magnetice. În urma folosirii acestor dispozitive elec-

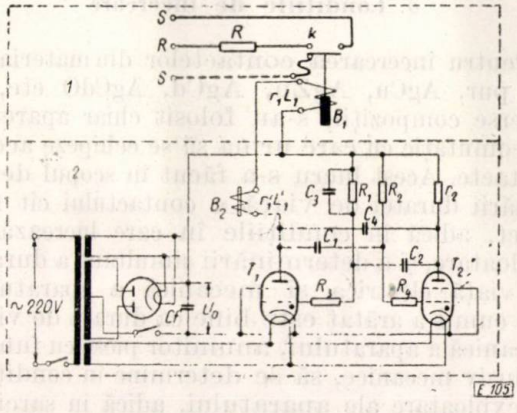


Fig. 5. Schema de comandă și dispozitivul de încercat la uzura electrică:

1 — dispozitivul de încercat la uzura electrică; *2* — schema de comandă—generatorul de oscilații de relaxare; R — rezistența de sarcină în Ω; K — contacte pentru încercat la uzură; B_1 — bobina electromagnetului dispozitivului de încercat la uzură; B_2 — bobina electromagnetului numărătorului de cicluri.

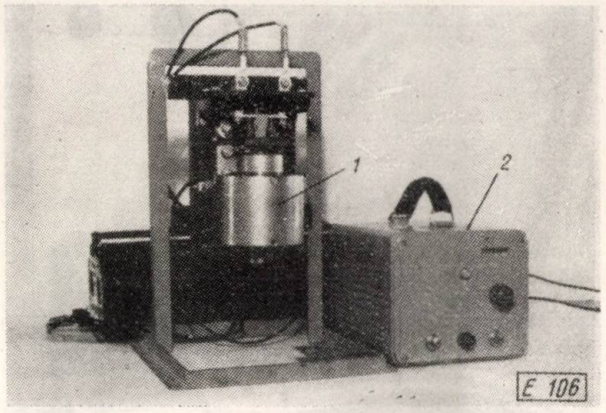


Fig. 6. Aparatul de încercat contacte și dispozitivul de comandă:

1 — aparatul de încercat contacte la uzură; *2* — dispozitivul electronic de comandă.

tronice s-a constatat că ele funcționează foarte precis, la frecvențe de acționare mai mari de 600 c/h și mai puțin precise la fecvențe de acționare mai mici de 600 c/h.

După cum se vede în fig. 5 bobina electromagnetului de acționare al aparatului de încercat contacte la uzură, este comandată direct de curentul anodic al releului basculant. Acest lucru este posibil în cazul aparatelor de încercat la uzură a căror bobină de acționare este comandată cu tensiune continuă. La bobinele alimentate în curent alternativ comanda se face, indirect prin intermediul contractelor auxiliare ale releelor, conectate în circuitul anodic al releului basculant. În fig. 6 se vede ansamblul dispozitivului electronic de comandă și aparatul de încercat contacte la uzură.

3.2. Dispozitivul mecanic de comandă este format dintr-un motor asincron sincronizat, un reductor de viteză, un ax pe care sînt montate și se rotesc 9 discuri din textolit, prevăzute cu segmenți de inele conducătoare și un numărător de rotații.

În fig. 7 se văd: dispozitivul mecanic de comandă la uzură a aparatelor de comutație (mijloc), un diapozitiv electronic de comandă (dreapta) și întreruptorul automat de protecție a instalației (stînga). Toate acestea sînt montate pe scheletul unei camere metalice care servește la încercările de uzură mecanică și electrică.

Sincronizarea motorului asincron, cu rotorul în scurtcircuit, s-a făcut prin frezarea pe rotor a unui număr de poli corespunzător vitezei de sincronism a cîmpului magnetic învîrtitor. Reductorul de viteză este format dintr-un melc, o roată melcată și un sistem de roți dințate cilindrice. Roțile dințate cilindrice folosesc la reducerea vitezei roții melcate, pe de o parte, iar pe de altă parte, ca prin simpla lor schimbare să obținem la discurile cu contact diverse rotații, corespunzătoare frecvențelor de acționare de 600; 1 200 și 3 000 c/h.

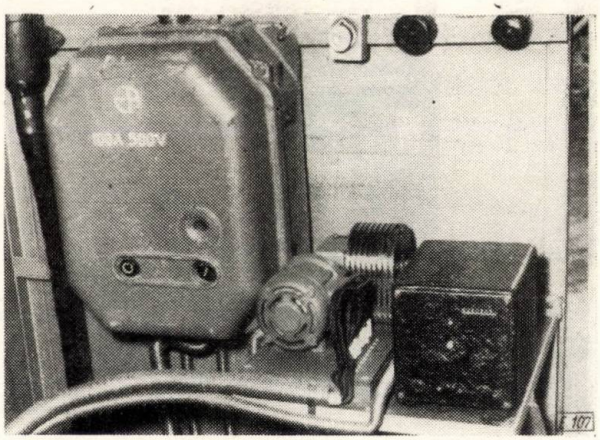


Fig. 7. Vederea unei părți din cabina de încercare la uzură :
— întreruptorul automat de protecție al instalației (stînga) ;
— dispozitivul mecanic de comandă (mijloc) ;
— dispozitiv electronic de comandă (dreapta).

Discurile cu contacte sînt executate din textolit, prevăzute pe diametrul exterior cu inele din alamă, întrerupte pe o porțiune determinată în funcție de numărul de contacte încercate în serie și de durata relativă de conectare, (fig. 8). Porțiunea de disc pe care se întrerupe alimentarea bobinei contactorului corespunzător discului respectiv este dată de unghiul α, care se determină astfel :

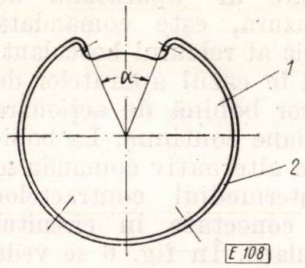


Fig. 8. Discul de comutație :
1 — discul din textolit ; *2* — inel conductor din alamă.

$$\alpha = \frac{(100 - D_A)360}{n\,100} \qquad (2)$$

unde :

D_A este durata relativă de conectare %;
n — numărul de contactoare conectate în serie.

Numărul total al discurilor este egal cu $(n+1)$, n discuri fiind întrerupte și legate galvanic cu un alt disc continuu. Pentru conectarea uniformă a contactoarelor și pentru ca fiecare contactor să închidă și să deschidă sub curent, adică să nu existe simultan două contactoare deschise, este necesar ca cele n discuri întrerupte să fie decalate între ele cu unghiul $360°/n$.

S-au construit două dispozitive de comandă mecanice, unul care comandă 5 contactoare și altul care comandă 8 contactoare ; primul a folosit la încercarea contactoarelor tripolare de 10 și 25 A, al doilea la încercarea contactoarelor tripolare de 60 și 100 A. Contactoarele de 60 și 100 A au fost încercate cu 600 c/h și cu durata relativă de conectare de 60 %. Deci unghiul α calculat după formula (2) este egal cu 18° iar decalajul între discuri este de 45°. Numărătorul de rotații este de tipul celui folosit la contoarele electrice, antrenat prin intermediul unei cuple elastice de axul discurilor cu contacte. Este necesar un numărător de turații, respectiv conectări, (deși turația motorului este constantă) deoarece la încercările de uzură se întîmplă multe defecțiuni, deci multe opriri și evidența numărului de conectări ar fi foarte greoaie. În lipsa acestuia ar trebui notat cu mare precizie timpul de funcționare, dar această evidență se ține destul de greu și imprecis deoarece încercările durează luni de zile. În cazul cînd instalația funcționează și noaptea, așa cum s-a întîmplat în ICET, se pot produce scurtcircuite care scot toată instalația de sub tensiune și dacă nu este supravegheată nu se poate ști exact ora la care s-a întîmplat și deci fără posibilitate de a calcula numărul exact de conectări efectuate.

4. Aparat de încercat contacte la uzură

Aparatul este de tipul unui contactor monopolar, prevăzut cu posibilitate de a funcționa cu întrerupere dublă și simplă pe fază. Contactele mobile au o mișcare de translație și pot funcționa atît pe verticală cît și pe orizontală. Aparatul de încercat contacte la uzură este arătat în fig. 6.

Electromagnetul de acționare este de curent continuu. El s-a preferat deoarece forța nu variază cu timpul și deci electromagnetul nu vibrează. Bobina fiind alimentată în curent continuu poate fi acționată direct de la curentul anodic al dispozitivului de comandă electronic.

S-a prevăzut funcționarea contactelor atît pe orizontală cît și pe verticală, cu întrerupere dublă și simplă pe fază, cu posibilitatea de a se atașa camere de stingere, pentru a se putea face studii de uzură complexe cu acest aparat. Aceste studii au ca scop să se determine uzura contactelor funcție de anumiți parametri, folosindu-se pentru aceasta contacte din argint pur.

5. Condițiile de încercare

Pentru încercarea contactelor din materialele Ag pur, AgCu, AgZn, AgCd, AgCdO etc, în diverse compoziții, s-au folosit chiar aparetele de comutație cu care urma să se echipeze aceste contacte. Acest lucru s-a făcut în scopul determinării duratei de viață a contactului cît mai exact, adică în condițiile în care lucrează în exploatare, și a determinării simultane a duratei de viață electrică și mecanică a aparatului. Așa cum s-a arătat este bine ca durata de viață mecanică a aparatului, anumitor piese cu funcții exclusiv mecanice, să se determine în condițiile de exploatare ale aparatului, adică în sarcină. Aceasta din cauză că piesele care au funcții exclusiv mecanice sînt influențate de încălzirea globală a aparatului, care se produce în sarcină, suferind anumite deformații.

În fig. 9 și 10 se arată dispoziția contactoarelor de încercat. Contactoarele încercate de 10 și 25 A sînt arătate în fig. 9 în care se observă

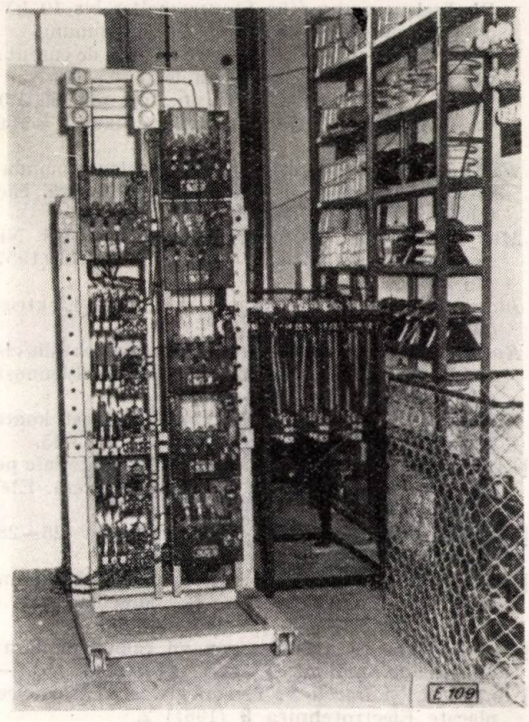


Fig. 9. Vedere de ansamblu a instalației de încercat la uzură a contactoarelor de 10 și 25 A:
— suportul cu contactoarele de încercat (stînga);
— rezistența de limitare a curentului (dreapta);

dispoziția lor precum și a rezistenței care a folosit ca sarcină. Amplasarea acestora a fost făcută într-un laborator.

Contactoarele de 60 și 100 A au fost montate tot pe un stelaj, fig. 10, dar încercarea lor a fost făcută într-o cameră metalică special amenajată și situată în apropierea laboratorului.

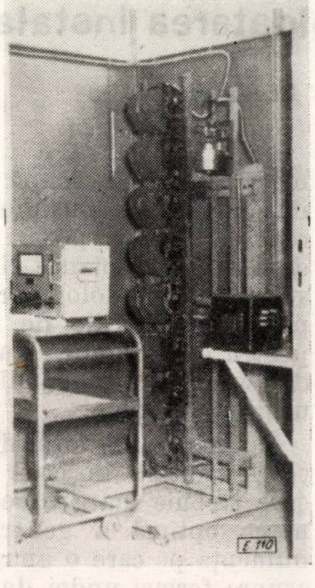


Fig. 10. Vederea unei părți din camera de încercat la uzură.

Rezistențele de limitare a curentului au fost executate din sîrmă de cromnichel pentru a avea o variație cît mai mică a rezistenței în timpul funcționării la diferitele temperaturi și pentru a obține un volum cît mai mic.

Cabina de încercări este o construcție exclusiv metalică, prevăzută cu ferestre mobile și cu orificii reglabile de ventilație, situate în partea de jos. Au fost necesare ferestre mobile și orificii reglabile de ventilație pentru a se putea păstra, prin reglare, temperatura de 20°C în interiorul camerei. Avantajul camerei metalice situată în apropierea laboratorului este acela că se evita incendiile și zgomotul în laborator. Conectarea și deconectarea aparatelor se face cu mult zgomot, chiar cînd aparatele nu sînt uzate, iar după uzura acestora zgomotul se accentuează din cauza defectării pieselor mecanice și a ruperii spirelor de ecranare.

6. Concluzii

6.1. Pentru obținerea unei producții de bună calitate și pentru ridicarea performanțelor aparatelor existente în producție este necesară încercarea acestora în condiții cît mai apropiate de cele ale exploatării. Încercarea trebuie făcută periodic și la fiecare schimbare a anumitor materiale sau a reperelor.

6.2. Dispozitivele și schemele studiate în lucrare permit încercarea aparatelor și materialelor în bune condiții. Au fost astfel încercate materiale noi de contact și contacte cu o tehnologie nouă și anume contacte placate [14]. Rezultatele acestor studii și încercări vor fi comunicate într-un articol viitor.

6.3. Prin folosirea metodelor de încercare elaborate și propuse, conectarea în serie a aparatelor de comutație, s-a arătat că se fac economii de ordinul sutelor de mii de lei (442 000 lei). Această metodă a permis încercarea multor materiale pentru contacte, și a însăși aparatelor, la curenți mari, de 60 și 100 A, în urma căreia s-a arătat că pentru determinarea duratei reale de viață a aparatelor de comutație acestea trebuie încercate în sarcină, adică în condiții echivalente celor de exploatare.

Autorul ține să-și exprime mulțumirile sale tov. dr. ing. Aurel Avramescu, membru corespondent al Academiei R.P.R. pentru ajutorul prețios și îndrumările pe care le-a dat pentru rezolvarea prezentei lucrări.

ANEXA 1

Demonstrarea echivalenței temperaturilor în cele două regimuri

În fig. 2, *a* este arătat regimul indicat de standarde [1], [2], [3], [4] pentru curent și utilizat în literatura de specialitate iar în fig. 2, *b* regimul realizat prin conectarea în serie a contactelor.

Temperatura în regimul indicat de standarde (fig. 2, *a*) este dată de relația [15]:

$$\tau_{Ma} = \tau_{\infty} \frac{1 - \exp\left(-\frac{t_{a1}}{T}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{t_{c1}}{T}\right)} \qquad (a\ 1)$$

unde:

τ_{∞} reprezintă temperatura în regim de lungă durată (°C);
T — constanta de timp termică (s);
t_{a1} și t_{c1} — durata activă și respectiv totală a ciclului (s).

iar temperatura în regimul conectării în serie a contactelor fig. 2, *b*, are expresia :

$$\tau_{Mb} = \tau_{\infty} \frac{1 - \exp\left(-\frac{t_{a2}}{T}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{t_{c2}}{T}\right)} \qquad \text{(a 2)}$$

Pentru a demonstra că temperaturile în cele două regimuri sînt egale trebuie să fie îndeplinită egalitatea

$$\tau_{Ma} = \tau_{Mb} \qquad (I)$$

$$\frac{1 - \exp\left(-\frac{t_{a1}}{T}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{t_{c1}}{T}\right)} = \frac{1 - \exp\left(-\frac{t_{a2}}{T}\right)}{1 - \exp\left(=\frac{t_{c2}}{T}\right)} \qquad (II)$$

notînd :

$$t_{c1} = nt_{c2} \qquad (III)$$

$$t_{a1} = nt_{a2} \qquad (IV)$$

după efectuarea calculelor şi dezvoltarea în serie a exponenţialelor, observînd că $nt_{c2} \ll T$, obţinem :

$$-nt_{a2} - t_{c2} + t_{c2} + nt_{a2} = -nt_{c2} - t_{a2} + t_{a2} + nt_{c2}$$

$$0 = 0 \qquad \text{(a 3)}$$

Deci rezultă că relaţia (a1) este egală cu relaţia (a 2) şi temperatura contactelor în cele două regimuri este aceeaşi.

Bibliografie

[1] ***CEI 19 (17 B) 1958. Projet de regles de la CEI pour Appareillage Electrique a Basse Tension, 2-eme partie.

[2] ***V.D.E. 0660/12.52. Regeln für Schalteräte bis 1 000V Wechselspannung (für Steuerschalter bis 10 kV Wechselspannung) und 3 000 V. Gleichspannung.

[3] ***GOST 2231—43,. Contactoare de forţă de curent alternativ pentru curenţi nominali de la 40—600 A.

[4] ***STAS 553—60, Aparate de conectare pînă la 1 000 V curent alternativ 1 200V curent continuu şi 3 150 A— Condiţii generale.

[5] *Barbu, I.* : Dispozitive electronice pentru comanda aparatelor de comutaţie la încercarea la uzură. Electrotehnica **8** (1960) 7, 243—246.

[6] *Metzgen, F.* : Neuere Entwicklungslinjen bei Niederspannungs — Schaltgeräten E.T.Z. — A **78** (1957) 10, 345—362.

[7] *Blum, G.* : Gesinterte Kontaktwerkstoffe Elektrie. **13** (1959) 6, 201—206.

[8] *Kuznețov. R.* : Ob iznose kontaktor nizkovobtnih elektriceskih apparatov, Vestnik elektropromişlennosti **30** (1959) 5, 1—8.

[9] *Kuznețov, R.* ş.a. : Povişenie iznosaustvicivosti kontaktor puskatelei. Elektricestvo **77** (1956) 5,43—45.

[10] *Avramescu A., Barbu I., Fugaru C.* : Materiale pentru contacte de întrerupere rezistente la uzură. Electrotehnica **8** (1960) 12, 426—436.

[11] Elektriceskie kontakti. Trudi sovesania (26—28 noiembrie 1956) Gosenergoizdat 1958.

[12] *Richter, R.* : Kadmium-Silbern und Silberkadmiumoxyd als Kantaktwerkstoffe. Maschinenwelt und Elektrotechnik (1959) 11—12, 262—263.

[13] *Dremel, W.* : Untersuchungen an Silberkadmium und Silberkadmiumoxyd. Elektrie **14** (1960) 3, 98—101.

[14] *Fugaru, C.* şi *Barbu I* : Tehnologia contactelor electrice placate Electrotehnica **9** (1961) 2.

[15] *Builav A. I.* : Principiile de construcţie ale aparatelor electrice, Editura Energetică de Stat, Buc. 1954.

Intrat în redacţie la 15 decembrie 1960.

Contribuţii privind calculul şi exploatarea instalaţiilor de impuls

Badea Popa* — Bucureşti

CZ 621.317.333.82.001.24

1. Consideraţii generale

Încercările la impuls ale aparatajului de înaltă tensiune au condus la construirea de instalaţii corespunzătoare cu tensiuni din ce în ce mai ridicate. A apărut astfel necesitatea proiectării adecvate a acestora, pentru a putea realiza unda de formă recomandată sau standardizată.

În lucrările de specialitate [1], [2], []3, [4], se dau relaţiile de calcul a parametrilor instalaţiei, funcţie de parametrii undei.

În lucrarea sa, ing. Gh. Hortopan [5] prezintă unele observaţii privind calculul şi construcţia generatorului de impuls construit la ICET.

Preocupările pentru proiectarea şi construcţia generatoarelor de tensiune înaltă şi energie mare, se împletesc cu calculul şi proiectarea instalaţiilor de tensiune şi energie relativ mai redusă; acestea pot fi necesare în încercările de materiale izolante şi pe modele, sau pentru stabilirea metodologiilor de experimentare. Atît pentru instalaţiile de mare capacitate cît şi pentru cele de mică capacitate, este necesară dimensionarea în condiţiile unui coeficient de utilizare maxim.

În lucrarea de faţă, după ce se va prezenta o teorie unitară în ceea ce priveşte elementele care trebuie luate în considerare la dimensionarea optimă a generatorului, se va studia influenţa pe care o au rezistenţele de încărcare asupra formei undei de impuls. În continuare, se va prezenta rezolvarea problemei înregistrării tensiunii cu oscilograful catodic şi un mod de mărire a timpului dintre două amorsări succesive ale instalaţiei.

* Ing. *Badea Popa* este cercetător la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

2. Stabilirea metodei de calcul în ipoteza unui coeficient de utilizare maxim

Calculul generatorului constă în determinarea parametrilor circuitelor electrice, funcție de parametrii undei de impuls; unda de impuls se poate obține cu ajutorul schemelor Marx fig. 1 sau Marguerre fig. 6; și într-un caz și în altul, unda de impuls se poate da sub forma [5]:

$$u = \frac{\alpha U_c}{\nu\sqrt{\alpha^2-1}}\left(e^{-\left(\frac{\alpha-\sqrt{\alpha^2-1}}{\theta}\right)t} - e^{-\frac{\alpha+\sqrt{\alpha^2-1}}{\theta}t}\right) \quad (1)$$

și făcînd notațiile

$$p_1 = \frac{\alpha-\sqrt{\alpha^2-1}}{\theta}, \qquad p_2 = \frac{\alpha+\sqrt{\alpha^2-1}}{\theta} \quad (2)$$

se obține

$$u = \frac{\alpha U_c}{\nu\sqrt{\alpha^2-1}}\left(e^{-p_1 t} - e^{-p_2 t}\right) \quad (3)$$

Se definește coeficientul de utilizare,

$$\eta = \frac{u_{max}}{U_c} \quad (4)$$

raportul dintre amplitudinea undei obținută pe capacitatea de sarcină C_2 și tensiunea continuă echivalentă pe capacitatea de șoc C_1.

Timpul corespunzător amplitudinii se obține din ecuația

$$\frac{du}{dt} = 0$$

și are valoarea [1]:

$$t_m = \frac{1}{p_2 - p_1}\ln\frac{p_2}{p_1} \quad (5)$$

Înlocuind valoarea lui t_m în (3) se obține,

$$u_{max} = \frac{\alpha U_c}{\nu\sqrt{\alpha^2-1}}\left[\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\frac{p_2}{p_1}-1}} - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{\frac{p_2}{p_1}}{\frac{p_2}{p_1}-1}}\right]. \quad (6)$$

Întrucît $p_1 : p_2 = f(\alpha)$ expresia din paranteză este de asemenea o funcție numai de α și se va nota în cele ce urmează cu $F(\alpha)$.

Pentru coeficientul de utilizare se obține expresia:

$$\eta = \frac{\alpha}{\nu\sqrt{\alpha^2-1}}F(\alpha). \quad (7)$$

La o undă dată (α cunoscut), coeficientul de utilizare depinde numai de ν, care se poate exprima, pentru diferite scheme, funcție de raportul dintre capacitatea de impuls și cea de sarcină $x = C_1 : C_2$.

În cele ce urmează se va determina, expresia $\eta(x)$ pentru schemele uzuale, se vor stabili valorile limită ale acestuia și concluziile care rezultă din modul său de variație.

Parametrii, α, ν, θ s-au exprimat pentru diferite scheme după datele din literatură [2], [4], [6].

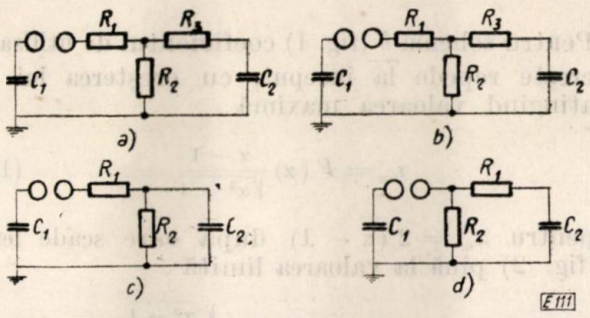


Fig. 1. Schemele echivalente ale generatorului Marx.

2.1. Schemele Marx. Pentru schema *a*, fig. 1, α, ν și θ sînt dați de relațiile

$$\theta = \sqrt{C_1 C_2 (R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1)}$$
$$\nu = 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}\left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) \quad (8)$$
$$\alpha = \frac{1}{2}\frac{\nu}{\theta}R_2C_1$$

de unde notînd $R_3 : R_1 = \gamma$ se obține:

$$\nu = \frac{2(\gamma-1)\left(1-\frac{\gamma}{x}\right) + \left(1+\frac{\gamma}{x}\right)\sqrt{(1+\gamma)^2 - \frac{x}{\alpha^2}\left(1+\frac{1}{x}\right)\left(1+\frac{\gamma^2}{x}\right)}}{4\gamma - \left(1+\frac{\gamma}{x}\right)^2\frac{x}{\alpha^2}} \quad (9)$$

Cu această expresie a parametrului ν se obține forma generală a coeficientului de utilizare,

$$\eta = \frac{\alpha F(\alpha)}{2\sqrt{\alpha^2-1}} \cdot \frac{4\gamma - \left(1+\frac{\gamma}{x}\right)^2\frac{x}{\alpha^2}}{(\gamma-1)\left(1-\frac{\gamma}{x}\right) + \left(1+\frac{\gamma}{x}\right)\sqrt{(1+\gamma)^2 - \frac{x}{\alpha^2}\left(1+\frac{1}{x}\right)\left(1+\frac{\gamma^2}{x}\right)}} \quad (10)$$

care capătă forme simplificate în cazuri particulare; astfel:

Pentru $\gamma = 0$ schema *c*,

$$\eta = \frac{F(\alpha)}{2\sqrt{\alpha^2-1}}\,x\,\frac{\alpha+\sqrt{\alpha^2(x+1)}}{x+1} \quad (11)$$

Pentru $\gamma = 1$ schema *b*,

$$\eta = \frac{F(\alpha)}{2\sqrt{\alpha^2-1}}\sqrt{4\alpha^2\left(\frac{x}{x+1}\right)^2 - x} \quad (12)$$

Pentru $\gamma = \infty$ schema *d*,

$$\eta = \frac{F(\alpha)}{2\sqrt{\alpha^2-1}}\,\frac{1}{\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \left(1+\frac{1}{x}\right)}} \quad (13)$$

Prezintă de asemenea interes, schema pentru care $\gamma = x$ obținîndu-se coeficientul de utilizare,

$$\eta_i = F(\alpha)\frac{x}{x+1}. \qquad (14)$$

Pentru schema *b* (fig. 1) coeficientul de utilizare crește repede la început, cu creșterea lui x, atingînd valoarea maximă

$$\eta_{lm} = F(\alpha)\frac{\alpha-1}{\sqrt{\alpha^2-1}} \qquad (15)$$

pentru $x_m = 2(\alpha - 1)$ după care scade lent (fig. 2) pînă la valoarea limită

$$\eta_{ilim} = F(\alpha)\frac{\sqrt{\alpha^2-1}}{\alpha}, \qquad (16)$$

corespunzînd la $x = \alpha^2 - 1$.

Din figura 2 rezultă că este recomandabil de a se admite în proiectare rapoarte $C_1 : C_2$ egale

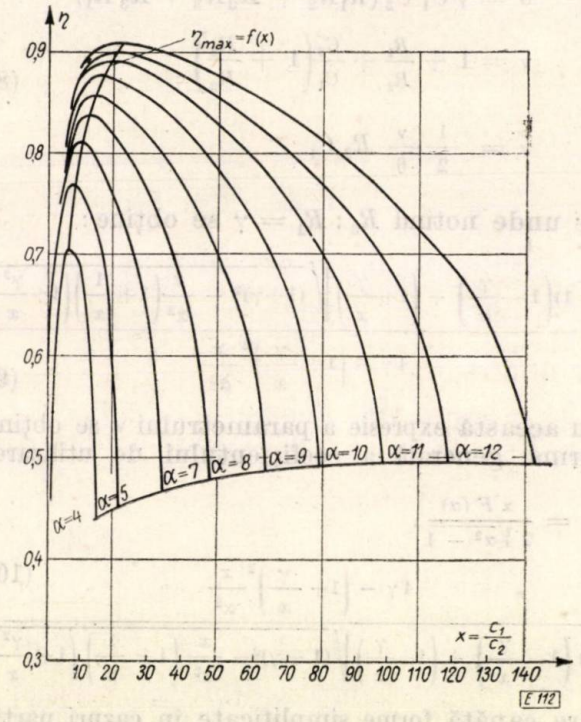


Fig. 2. Variația coeficientului de utilizare cu raportul C_1/C_2 pentru diferite unde (α).

sau mai mari decît optimul (scăderea coeficientului de utilizare este mai mică la $x > x_m$) și în tot cazul mai mică decît valoarea limită.

În fig. 3, se dă variația rapoartelor optime și limită precum și valoarea lui $F(\alpha)$, cu parametrul α; curbele sînt utile proiectării.

Relațiile de dimensionare, capătă — în ipoteza întrebuințării raportului optim — o formă simplă

$$R_1 = \frac{\theta}{C_1} \quad \text{și} \quad R_2 = \frac{\theta}{C_2}, \qquad (17)$$

care permit efectuarea unui calcul cu erori reduse în raport cu relațiile clasice [2].

Pentru schema *c*, fig. 1, coeficientul de utilizare are aproximativ aceeași formă de variație.

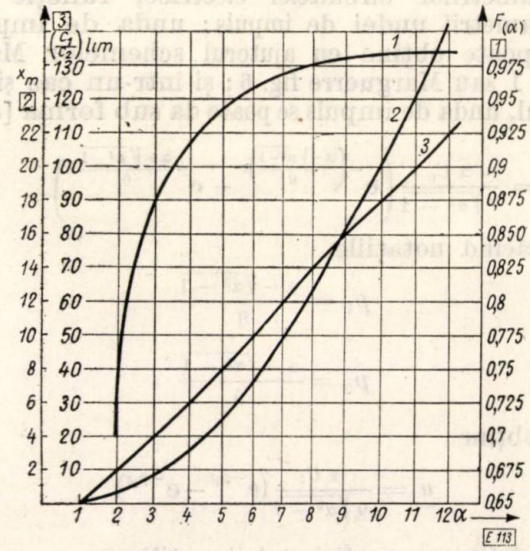


Fig. 3. Variația mărimilor $(C_1/C_2)_m$, $(C_1/C_2)_{lim}$, $F(\alpha)$ cu parametrul α pentru schema *b*.

Variațiile raportului optim și a coeficientului de utilizare maxim, cu parametrul α sînt reprezentate în fig. 4.

În cazul acestei scheme scăderea coeficientului de utilizare $x > x_m$, este esențială; coeficientul de utilizare poate lua pentru o schemă reală valori apropiate de 0. La

$$x = 2\alpha^2 - 1 + \sqrt{(2\alpha^2-1)^2 - 1} \qquad (18)$$

coeficientul de utilizare devine nul; acestei situații îi corespunde schema cu rezistența de sarcină nulă. Rezultă și în acest caz ca în dimensionarea generatorului, raportul capacităților trebuie să fie apropiat de optim, pentru a putea obține un coeficient de utilizare ridicat.

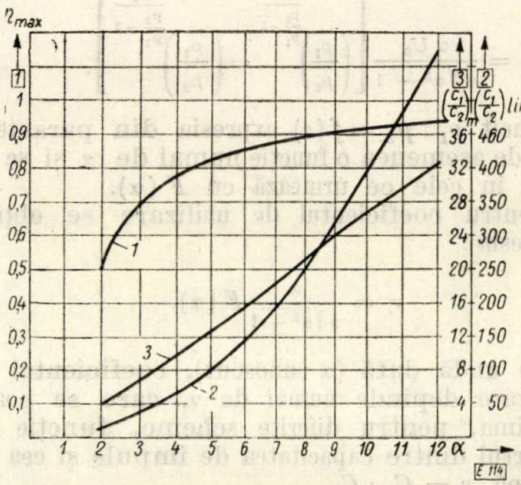


Fig. 4. Variația $(C_1/C_2)_m$ $(C_1/C_2)_{lim}$ și η_{max} cu parametrul α pentru schema *c*.

De menționat totodată, că formula de determinarea rezistenței de sarcină dată în literatură [6] este greșită; calculîndu-se valoarea reală s-a găsit, că relațiile menționate de Angelini, sînt exacte [2], avînd forma

$$R_2 = \frac{2\alpha\theta}{C_1 + C_2}\sqrt{1-X}, \qquad (19)$$

în loc de

$$R_2 = \frac{2\alpha\theta}{C_1 + C_2}(1 + \sqrt{1-X}),$$ unde X are valoarea dată [6].

Aceste relații urmează a fi utilizate în calcule de proiectare.

Pentru schema *d*, fig. 1., coeficientul de utilizare crește continuu, atingînd pentru $x \gg 1$ valoarea

$$\eta_{max} = \frac{F(\alpha)}{2\sqrt{\alpha^2 - 1}}(\alpha + \sqrt{\alpha^2 - 1}). \qquad (20)$$

De aici rezultă că în acest caz, raportul capacităților trebuie luat cît mai mare; alegerea unui raport mare conduce însă la scumpirea instalației, fără ca prin aceasta să se obțină o creștere corespunzătoare a coeficientului de utilizare. În acest caz trebuie avut în vedere ca element de stabilire a limitei tipul divizorului de tensiune și caracteristicile acestuia. Schema „*d*" ar corespunde exact utilizării capacității de sarcină ca divizor capacitiv în care caz limita inferioară a acestuia este determinată de exactitatea dorită la măsură. Dacă divizorul este ohmic cînd valoarea acestuia trebuie luată cît mai mare, iar principial schema devine complexă.

La schema *a*, fig. 1, cînd $\gamma = x$ coeficientul de utilizare crește continuu avînd pentru $x \gg 1$ valoarea

$$\eta_{max} = F(\alpha) \qquad (21)$$

Relațiile de determinare a rezistențelor din schemă capătă în acest caz ($x \gg 1$) o formă simplificată,

$$R_1 = \frac{\theta}{\gamma C_2}(\alpha - \sqrt{\alpha^2 - 1}),$$
$$R_2 = \frac{\theta}{(\gamma + 1)C_2}\sqrt{\alpha^2 - 1}. \qquad (22)$$

Din relația (10) rezultă că pentru schema *a*, fig. 1, la care γ este oarecare, coeficientul de utilizare capătă valoarea 0 pentru

$$x = \gamma(2\alpha^2 - 1) + \sqrt{(2\alpha^2 - 1)^2 - 1}. \qquad (23)$$

Relația (23) are sens numai pentru $0{,}00175\, x < \gamma < 0{,}5\, x$, $1 \leqslant \alpha \leqslant 12$ și deci numai pentru acest domeniu coeficientul de utilizare poate deveni nul; în cazul particular $\gamma = 1$ relația (23) devine egală cu (18).

Coeficientul de utilizare crește continuu cu x pentru $\gamma \geqslant x$ și are valori maxime pentru $\gamma = \infty$; în fig. 5, se dau comparativ variațiile coeficientului de utilizare pentru schemele studiate mai sus, corespunzător la $\alpha = 6$. În lite-

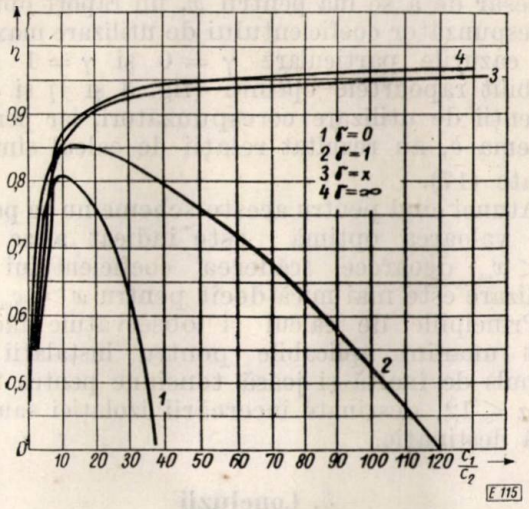


Fig. 5. Variația coeficientului de utilizare cu raportul C_1/C_2 pentru diferite scheme Marx.

ratură [1] se menționează o curbă de variație a randamentului, asemănătoare, dar corespunzătoare numai unui caz particular (undă 1,5/40).

2.2. Schema Marguerre (fig. 6). Utilizînd pentru α, θ, ν și ε relațiile date [6] se obține simplu:

$$\eta_1 = F(\alpha)\frac{1}{1+\varepsilon}. \qquad (24)$$

Rezultă că pentru această schemă, coeficientul de utilizare este cu atît mai mare cu cît ε este mai mic atingînd valoarea $F(\alpha)$ pentru $\varepsilon \ll 1$:

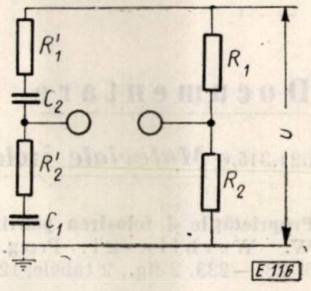


Fig. 6. Schema echivalentă a generatorului Marguerre.

2.3. Studiul comparativ al schemelor. Principii de calcul. Pentru generatoarele de impulsie se pot utiliza schemele tip Marx sau Marguerre, funcție de calitățile lor [5] și de posibilitățile de realizare. Atunci cînd se utilizează scheme Marx, este util a se face o comparație între diferitele tipuri, pentru unda dată. În general însă din cele prezentate mai sus, rezultă că schema tip *a*, fig. 1, este optimă cu condiția ca $\gamma \gg 0$; în cazul particular cînd $\gamma = x$ se obțin pentru relațiile de dimensionare formele simplificate (22) și coeficientul de utilizare crește continuu. Din fig. 5, rezultă că pentru $\alpha = 6$, coeficientul de utilizare este cu 20% mai mare în cazul schemei *d*, față de schema *b* (pentru $x = x_m$. Scoaterea unei părți din rezistența de front în afara generatorului, pe lîngă faptul că duce la mărirea coeficientului

de utilizare, are ca efect și reducerea oscilațiilor de înaltă frecvență mai ales la conexiuni lungi.

În cazul adaptării schemelor $0 \leqslant \gamma < x$ este necesar de a se lua pentru x, un raport optim, corespunzător coeficientului de utilizare maxim. În cazurile particulare $\gamma = 0$ și $\gamma = 1$ s-au stabilit rapoartele optime (fig. 3 și 4) și coeficienții de utilizare corespunzători, iar pentru schema b, au rezultat relații de calcul simplificate (17).

Atunci cînd pentru aceste scheme nu se poate lua valoarea optimă este indicat a se lua $x < x_m$ deoarece scăderea coeficientului de utilizare este mai mică decît pentru $x > x_m$.

Principiile de calcul și observațiile făcute sînt unanim aplicabile pentru instalații de impuls de înaltă și joasă tensiune pentru $2 \leqslant \leqslant \alpha \leqslant 12$, destinate încercării izolației sau cu altă destinație.

3. Concluzii

În calculul de proiectare al instalațiilor de impuls, este necesar ca dimensionarea să se facă în condițiile unui coeficient de utilizare maxim. S-au stabilit — pentru diferite scheme — expresiile coeficientului de utilizare funcție de parametrii undei și a raportului capacităților; de asemenea s-au dedus rapoartele optime și relațiile de calcul a elementelor circuitelor care capătă în acest caz formele simplificate. Trasarea curbelor coeficientului de utilizare permite să se stabilească coeficientul de utilizare pentru diferite unde și rapoarte C_1/C_2, pentru construcții existente.

S-a stabilit că schema cea mai indicată este a (fig. 1) pentru care $x \geqslant 2\gamma$, la care pe lîngă un coeficient de utilizare crescător, se pot reduce și oscilațiile de înaltă frecvență.

Relațiile stabilite sînt valabile pentru instalații de impuls de înaltă și joasă tensiune care produc unde, la care $1 \leqslant \alpha \leqslant 12$.

Bibliografie

[1] *Sirotinski L. I.*: Tehnica tensiunilor înalte (trad. din l. rusă) Ed. Energ. de Stat Buc. — 1954.

[2] *Angelini A. M.*: Nouvelles formules pour les calculs practiques relatifs aux essais de choc. CIGRÉ Rap. 335—1949.

[3] *Mauduit A.*: Installations élétriques à haute et basse tension — Ed. II — tom. 1. — Dunod, Paris, 1949.

[4] *Vorobiev A.*: Tehnika visochih napriajenia GEI—1949.

[5] *Hortopan Gh.*: Bemerkungen zur Berechnung der Stossspannungsgeneratoren. Revue d'électrotechnique et d'énergétique. **4** (1959) 2.

[6] *Heller B., Venerka A.*: Stosserscheinungen in elektrischen Maschinen V.E.B. Verlag Technik, Berlin 1957, 272—278.

[7] *Hortopan Gh.*: Dispozitiv pentru sincronizarea generatorului de impuls cu oscilograful catodic. Electrotehnica **6** (1958) 4, 126.

Intrat în redacție la 12 mai 1960.

Documentare

621.315.6 *Materiale izolante*

Proprietățile și folosirea polivinilului semiconductor. [După W. Werblinski: Przeg. Elektrotechniczny **36** (1960) 6, 231—233, 2 fig., 2 tabele, 12 ref. bibl.]

Polivinilul semiconductor este mai puțin cunoscut printre materialele semiconductoare, deși se folosește din ce în ce mai mult în industrie, datorită ușurinței de prelucrare și altor proprietăți prețioase. Pentru a reduce rezistivitatea polivinilului, după mai multe experiențe s-a ales ca umplutură negrul de fum acetilenic, cu granulația 20—30 mm, adăugat la policlorură de vinil cu un conținut la greutate de 40—50% de ftalat dietilexilic și ca plastifiant la greutate 50—60% polimer, stabilizat cu stearat bibazic de plumb. Încercările asupra rezistivității de volum au arătat că un adaos de 80—100% la greutate de negru de fum nu influențează rezistivitatea de volum, însă un adaos de 20% le reduce mult rezistivitatea de volum la $1 \cdot 10^5$ Ω cm. La depășirea valorii limită a adaosului de umplutură rezistivitatea crește. Un fenomen similar se observă și în experiențele la o temperatură mai ridicată. Tensiunile mecanice corespunzătoare alungirii de 80% nu au nici o influență asupra proprietăților dielectrice, însă la o alungire de 100% se constată o mărire a rezistivității. Încercările de rezistență la tracțiune și de alungire de rupere asupra materialului cu compoziția de 50—60% polimer și 40—50% plastifiant arată la început un spor și apoi o reducere treptată a rezistenței la tracțiune; în schimb alungirea de rupere a materialului cu un conținut de 20% negru de fum se reduce rapid la 50% din cea inițială. Mărirea conținutului de plastifiant pînă la 50% provoacă creșterea alungirii față de cea a materialului cu 40% negru de fum; dacă procentul de umplutură se mărește, alungirea scade. Polivinilul poate fi tras în fire sau presat în foi de izolație respectîndu-se parametrii optimi: temperatura cilindrului 100—150°C, capului 150°C și ajutajului 165°C.

I.K.

Corelația între unele proprietăți ale porțelanului. [După W. Lidmanowski, J. Ranachowski: Przeg. Elektrotechniczny, **36** (1960) 7, 264—266, 2 fig. 5 ref. bibl.]

Determinarea directă a rigidității dielectrice la străpungere și a rezistenței mecanice a izolatoarelor de porțelan de înaltă tensiune provoacă distrugerea probei. De aceea se caută metode indirecte bazate pe corelația între rigiditatea dielectică și rezistența mecanică și alte proprietăți măsurabile fără distrugerea obiectului încărcării. Experiențele au arătat că rigiditatea dielectrică depinde de porozitate, de greutatea specifică aparentă, de viteza ultrasunetelor, de factorul de pierderi dielectrice, de temperatura arderii. Se observă o creștere a rigidității dielectrice cu scăderea porozității, o creștere a greutății specifice aparente și a vitezei ultrasunetelor, la aceeași temperatură de coacere. Reducerea rigidității dielectrice este legată de creșterea porozității, reducerea greutății specifice aparente, însă nu se observă nici o dependență între rigiditatea dielectrică și tg δ.

Creșterea rezistenței mecanice apare cu reducerea porozității și creșterea vitezei ultrasunetelor, pe cînd valorile maxime ale acestor proprietăți nu apar la aceeași temperatură de ardere ci la o temperatură mult mai redusă în comparație cu cea a celorlalte proprietăți.

Există mai multe teorii care explică influența porozității asupra rigidității dielectrice, fie prin creșterea locală a inten-

sității cîmpului electric, fie prin fisurile interne provocate de ridicarea locală a temperaturii cauzată de pierderile dielectrice, fie prin acțiunea de scurtcircuitare a descărcărilor în pori.

În prezent nu se știe încă care din mecanismul propus este corect, probabil că toate cauzele indicate conlucrează concomitent, deși este posibil că unele din ele să fie predominante.

I.K.

CZ 621.315.624:621.317.333.6

Tensiunea alternativă de conturnare a lanțurilor lungi de izolatoare în laboratoare de înaltă tensiune și în stații experimentale exterioare. [După *W. Mosch*: Elektrie **14** (1960) 3, 101–103, 2 diagr. 2 tab., 10 ref. bibl.]

La încercări pe modele s-a constatat că tensiunea de conturnare a lanțurilor lungi de izolatoare (de ex. pentru 380 kV) depinde de capacitățile față de pămînt ale armăturilor intermediare. În laborator capacitățile față de pămînt sînt mai mari decît la o încercare în stația exterioară, de aceea aici ar fi de așteptat o tensiune de conturnare mai mare. După VDE 0111, încercarea izolatoarelor de linie este permisă atît în laborator cît și în stație. Cercetări comparative asupra lanțurilor duble de suspensie pentru 380 kV din izolatoare bară (langstab) au arătat că tensiunile alternative de conturnare uscată la încercări în exterior sînt cu circa 10% mai mari decît la experiențele în laborator și că în felul acesta prescripțiile sînt în multe cazuri îndeplinite. Nu au fost făcute încă încercări cu lanțuri de izolatoare sub ploaie.

A.S.

621.316.5 *Aparataj electric*

CZ 621.316.57.066.6 : 621.2.014.32

Deformația mecanică provocată de arcul electric la piesele de contact ale întreruptoarelor. [După *Keil* și *Meyer*: Elektr. Z.–B., **12** (1960) 13, 309–311.]

S-a constatat că în jurul suprafețelor de contact ale întreruptoarelor se formează după un anumit timp de exploatare o buză, care face ca suprafața de contact, privită dinspre arcul electric, să devină concavă. Pentru a se lămuri acest fenomen s-au improvizat dispozitive, care reproduc operația de întrerupere și s-au făcut încercări de laborator cu diferite metale de contact. A contribuit aici și experiența cîștigată la sudura cu arc electric, unde – dacă nu se iau măsuri speciale – materialul sudat se deformează. La experiențele de laborator indicate mai sus s-au încercat diferite materiale utilizate pentru contacte, în special aliajul argint-oxid de cadmiu, care are facultatea că la producerea arcului nu se topește și împiedică deci lipirea contactelor între ele.

Două diagrame redau deformarea în funcție de rezistența Vickers (kp/mm²), pentru diferite metale (cupru, argint etc.). Se ajunge la concluzia că deformația provine din faptul că la capătul arcului electric metalul devine plastic, iar în timpul răcirii se deformează, devenind concav. Ca măsuri de preîntîmpinare a deformațiilor se recomandă utilizarea de metale cu rezistență termică ridicată și dimensionarea corespunzătoare a pieselor de contact.

G.C.

CZ 621.316.57:621.315.615+.618

Întreruptoare cu ulei, aer sau gaz? [După *A.W. Hill*: Westinghouse Engng. **20** (1960) 3, 82–85, 7 fig. 1 tab.]

Se utilizează concomitent întreruptoare cu ulei, aer și gaz, fiecare avînd avantajele și dezavantajele corespunzătoare. În proiectarea întreruptoarelor cu aer și cu gaz au fost introduse multe din elementele proprii întreruptoarelor cu ulei: legarea la pămînt a cuvei de metal, schelet de susținere comun, legătură mecanică între poli, reductoare de intensitate în izolatoare de trecere. Diferențele între ele provin din performanța realizată de mediul de întrerupere. Întreruptoarele cu ulei sînt preferate acolo unde este pericol de explozie prin ruperea arcului în aer sau de murdărire a contactelor. Se merge pînă la tipuri de 345 kV, 25 000 MVA. Prin îmbunătățirea garniturilor gura de vizitare a putut fi plasată lateral în loc de partea superioară, ceea ce constituie un avantaj pentru cel care face întreținerea. Pînă la 161 kV cele trei cuve au fost sudate pe un schelet comun, permițînd livrarea unui singur ansamblu. Un tip special de cuvă a permis reducerea volumului de ulei la jumătate la 230 kV, și se va extinde și la 460 kV. La 115–138 kV acest sistem nu se poate introduce, căci micșorarea intervalelor electrice nu ar mai permite să lucreze un om în interiorul cuvei. În S.U.A. nu s-a acceptat tipul de întreruptor cu ulei puțin introdus în Europa, din cauză că acesta nu elimină pericolul de incendiu și dificultatea manipulării uleiului, micșorîndu-se însă pericolul de explozie. Întrucît adăugarea reductoarelor de intensitate scumpește unitățile cu ulei puțin, nu s-a lucrat în această direcție. Întreruptoarele cu aer comprimat nu diferă ca aspect de cele cu ulei. Ele corespund pentru tensiuni înalte de 46–138 kV, dar la tensiuni foarte înalte nu par să fie economice. Nici puterea de rupere, nici curentul continuu, nu constituie o limitare. Pe fiecare cale principală de rupere s-a prevăzut o rezistență mică pentru limitarea tensiunilor de reanclanșare. Întreruptorul își determină singur reanclanșarea. El nu este mai mare decît un tip obișnuit cu ulei. Tipurile etanșe pentru interior pînă la 34,5 kV sînt mai simple decît pentru exterior. Din cauza compresorului pentru aer comprimat, nu se justifică economic acest tip decît de la 1 000 MVA în sus. Pentru o mai bună rezistență mecanică se înlocuiește porțelanul cu laminate de micarta. Întreruptorul cu aer este utilizat la o frecvență mare a anclanșărilor.

Gazul SF_6 (hexafluorura de sulf) constituie un mediu aproape ideal pentru întreruperea arcului. El nu este toxic, iar prețul lui este ridicat, așa că la golirea unui întreruptor este pompat într-un recipient. Toate elementele specifice enumerate se găsesc și la întreruptoarele cu SF_6. Se poate transporta un întreruptor de 230 kVA, 15 000 MVA pe schelet de oțel sudat cu izolatoare de trecere montate. Pentru tensiunile sub 15 kV utilizarea va fi dictată sau nu de factorii economici care permit folosirea avantajoasă a lui SF_6 la tensiuni înalte.

A.S.

CZ 621.316.842

Influența umidității și a solicitării termice asupra rezistoarelor de precizie. [După *B. Bender:* Elektrie **14** (1960) 8, 289–293, 2 diagr., 6 tab., 8 ref. bibl.]

S-a studiat influența depozitării la umidități relative ale aerului de 80% și 20% și la temperaturi de 60°C și –40°C asupra rezistoarelor de precizie cu diferite izolații și emailuri. Cele mai mari variații ale rezistenței au fost constatate la rezistoarele din sîrmă izolată cu mătase, iar cele mai mici la rezistoare din sîrmă emailată. Dintre emailurile de acoperire utilizate, pe lîngă șelacul cunoscut pînă acum s-a mai remarcat un lac din rășină alchid-poliuretanică. Rezultatele au și fost aplicate în producție. Pentru standardizarea rezistoarelor cu toleranțe de ±0,003% se propun metode de încercare și valori pentru variația admisibilă a rezistenței, și anume + 0,005% la o depozitare de 20 zile în aer cu umiditatea relativă 80% și la depozitare de 80 ore la 60°C, precum și 0,01% la o depozitare de 8 ore la –20°C.

A. S.

621.316.9 *Dispozitive de protecție*

CZ 621.316.99

Probleme de punere la pămînt. [După W. Koch: Elektr. Z.–B. **12** (1960) 7, 154–158.]

Față de dimensiunile gigantice, pe care le au unitățile centralelor electrice actuale (cazane, turbogeneratoare, transformatoare etc.) și de tensiunile cu care se lucrează, punerea la pămînt pune probleme tot mai serioase. După indicarea factorilor care sînt decisivi la proiectarea unei instalații de punere la pămînt, o diagramă arată erorile care se fac, prin măsurarea rezistenței solului doar la suprafață. Este descris apoi un aparat care prin cîteva sonde scurte înfipte în pămînt ne dă rezistența solului pînă la adîncimi de 50 m (sistemul geoelectric).

Urmează date privind distribuția potențialului la diferitele sisteme de punere la pămînt (de adîncime, cu bandă inelară etc.), cum și mijloacele de introducere la adîncimi mai mari

a dispozitivelor de punere la pămînt. Aici se introduce şi o noţiune nouă „comanda potenţialului" care reprezintă o valoroasă îmbogăţire a tehnicii punerii la pămînt prin faptul că creează condiţii mai uşoare în privinţa tensiunii de pămîntare.

Relativ la alegerea sistemului de punere la pămînt se arată, de exemplu, că la o placă introdusă în pămînt valoarea rezistenţei ohmice scade doar cu radicalul suprafeţei, că cele mai scumpe pămînturi revin staţiilor mici cu tensiuni medii şi că la pămîntarea neutrului înfăşurării în stea se preferă dispozitive la adîncime mai mare. Articolul se încheie cu un exemplu numeric.

G.C.

621.317 *Măsuri electrice*

CZ 621.317.2.027.3

Dotarea laboratoarelor de înaltă tensiune. [După J. Zielinski, J. Radziwill, S. Kiersztyn: Przeg. Elektrotechniczny, **36**, (1960) 5, 169–173, 3 tabl., 42 ref. bibl.]

Un laborator de înaltă tensiune trebuie să dispună de un plafon de tensiune suficient de înalt pentru încercările prescrise, atît la tensiuni de impuls cît şi la tensiune alternativă. Se supun încercărilor transformatoare, aparate de conectare, disjunctoarele şi izolatoarele ceramice. Încercările efectuate cuprind: proba de tensiune alternativă; cea la tensiunea de ţinere în ambele polarităţi, la tensiunea de conturare 100% în ambele polarităţi, caracteristica de impuls pînă la 1 μs şi 2 μs etc. Aparatajul de tensiune alternativă cuprinde: a) transformatoare monofazate cu miezul şi corpul pus la pămînt, cu izolaţie uscată sau în ulei, pînă la o tensiune de 100 kV; b) transformatoare cu două izolatoare de trecere pentru o tensiune nominală egală cu jumătate din tensiunea transformatorului de încercare; primul tip se foloseşte pentru debitarea tensiunei înalte, celălalt pentru alimentarea cu tensiune joasă.

Transformatoarele simple se construiesc pentru tensiunea de la 100 pînă la 1 600 kV, transformatoarele în cascadă pentru tensiunea de la 150 pînă la 1 000 kV fiecare treaptă adică pentru tensiune maximă a întregului sistem de $3 \times 750 = 2\,250$ kV.

Generatoarele de impuls în etaje cu o coloană şi cu mai multe coloane sînt dotate cu un sistem de comandă şi cu eclatoare sferice.

Pentru transportul intern se folosesc poduri rulante, macarale, platforme pe şine sau cu roţi cauciucate. Cel mai convenabil este transportul pe şine.

Platformele aeriene de încercare de înaltă tensiune sînt de diferite mărimi. Aici se încearcă izolaţia aparatajului de exterior. Platformele sînt alimentate în curent alternativ şi de impuls.

I.K.

CZ 621.317.333.027.3 : 389.6

Progrese în domeniul standardizării încercărilor de înaltă tensiune. [După J. Zielinski: Przeg. Elektrotechniczny, **36** (1960) 4, 131–134, 4 fig., 13 ref. bibl.]

Problema standardizării internaţionale a încercărilor de înaltă tensiune intră în competiţia Comitetului de studii corespunzător al CEI. Proiectele vechi elaborate pînă în anul 1954 de Comitetul de studii nr. 36 (CE) nu mai corespund. Aceeaşi soartă o au şi standardele polone întocmite în 1953–1955. Printre încercările de impuls se includ cele cu tensiune şi curent de impuls. Unda de tensiune propusă este o medie între cea recomandată de 1,5/40 μs în S.U.A. şi în U.R.S.S. şi cea aplicată în întreaga Europă de 1/50 μs şi se stabileşte la 1,2/50 μs.

Un mare progres al standardizării îl reprezintă determinarea criteriilor de verificare a metodelor de măsurare a tensiunii şi curentului de impuls cu ajutorul divizoarelor de curent sau tensiune. Pentru impulsurile de curent durata maximă de răspuns al şuntului este de 20% din durata şuntului de 0,2 μs, iar pentru cele tăiate pe front de 0,05 μs. Metoda analitică de determinare a timpului de răspuns fiind prea greoaie s-a stabilit o metodă mai simplă pentru evaluarea timpului de răspuns al divizorului respectiv şuntului la valoarea de:

$$T = \frac{RC}{6} \cdot 10^{-6} \quad \text{şi} \quad T = 0{,}2\,\frac{d^2}{e}$$

(R – rezistenţa divizorului; C – capacitatea divizorului calculată sau măsurată din formulele cunoscute pentru un cilindru vertical; d – grosimea stratului cilindric de rezistenţă; e – rezistivitatea tubului de rezistenţă).

La controlul formei curbei de tensiune alternativă toleranţa de formă s-a redus de la 5% la 3%, iar coeficientul de deformare – la maximum 0,1, deşi ar fi de dorit valoarea de 0,05. S-a renunţat la folosirea eclatorului sferic pentru măsurarea tensiunilor constante. În trecut distanţa între electrozi era egală cu 0,75 din diametrul sferei pentru o precizie de 3% şi egală acestui diametru pentru o precizie mai mică dar admisibilă; în prezent se propune o distanţă egală cu 0,5 diametru pentru aceeaşi precizie şi în mod excepţional de 0,75 din diametru pentru o precizie mai mică. Este în curs de elaborare problema curentului de scurtcircuitare a surselor de curent alternativ. Standarde noi vor fi publicate pentru eclatoare în 1960 şi cele pentru tehnica de înaltă tensiune în 1962.

I.K.

Un nou aparat universal de măsurare. [După S. Jankowski: Przeg. Elektrotechniczny, **36** (1960), 6, 171–172, 3 fig.)

În luna mai a.c. întreprinderea „Lumel" din Zielona Gora a început să fabrice în serie aparatele universale de măsurare „Lavo-l" foarte ieftine. Aparatul are 21 domenii de măsurare şi poate măsura tensiuni continue şi alternative de 0,5–600 V, curentul continuu şi alternativ de 0,25–600 mA, cît şi rezistenţe electrice de 200 – 2 000 Ω.

Rezistenţa internă este de 1 000 Ω/V. Trecerea de la un domeniu de măsurare la altul se face prin aşezarea unor banane în bucşele corespunzătoare. Eroarea de măsurare în toate domeniile nu depăşeşte + 4%. Greutatea apratului este de circa 500 g. Cutia este construită din bachelită neagră de dimensiunile: 145 × 91 × 46,5 mm. Aparatul se livrează cu baterie, cordoane de alimentare cu banane şi crocodile.

I.K.

621.317 *Măsuri electrice*

CZ 621.317.7.085.5

Calculul resoartelor de amortizare a aparatelor la întindere. [După *P.I. Hrenicov*: Izmeritelnaia tehnica (1960)3, 30–31.

La proiectarea aparatelor trebuie cunoscute deformarea resoartelor şi limitele în care se pot încărca. Pornind de la ecuaţia momentului antagonist, după un calcul riguros se ajunge la o formulă simplă, care dă săgeata la diferite forţe P. Pentru a verifica valabilitatea formulei, s-au făcut probe pe diferite resoarte, verificările arătînd că este necesar a introduce un factor de corecţie K, a cărui mărime este funcţie de grosimea materialului din care este făcut resortul. Valoarea lui este dată într-o curbă. Modificările aduse resoartelor ca urmare a acestui studiu s-au făcut doar asupra grosimii pentru a nu complica procesul tehnologic. Este indicat modul de calcul al unui resort atunci cînd este supus unei încărcări statice şi dinamice.

Fl.T.

Măsurarea capacităţii cablurilor sub tensiunea de lucru. [După G.V. Mindeli: Izmeritelnaia tehnica (1960) 4, 40–42, 4 ref. bibl.]

Pentru exploatare, un mare interes prezintă măsurarea rezistenţei de izolaţie a cablurilor şi aparatelor, chiar cînd acestea sînt sub tensiune. După ce se arată dezavantajele pe care le prezintă schemele existente, se descrie un aparat construit de autor, cu care s-au obţinut rezultate experimentale bune.

Schema foloseşte un generator de frecvenţă înaltă (4 500 Hz), cu tensiune constantă la ieşire care este legat cu o bornă la reţea (printr-un filtru de rezonanţă), iar cu cealaltă legată la un aparat magnetoelectric gradat în μF şi pus la pămînt. Bobinele filtrului (3 200 spire fiecare) sînt realizate pe toruri din material nemagnetic (plexiglas). Se recomandă ca filtrul să fie astfel construit încît conectarea lui să nu schimbe izolaţia reţelei în raport cu pămîntul, capacitatea filtrului alegîndu-se cît mai mică. Pentru păstrarea condiţiei de rezonanţă trebuie ca inductanţa bobinei să fie cît mai mică. Gama de măsură a aparatului este 0,2—6 μF.

Se descrie pe larg fiecare etaj al schemei, dîndu-se valori pentru elementele ce intră în componenţă; de asemenea, se indică o serie de valori experimentale obţinute pe cabluri de diferite lungimi.

Fl. T.

Aparatură pentru încercarea aparatelor la influenţa cîmpului magnetic exterior. [După M. H. Sliomovici: Izmeritelnaia tehnica (1960) 6, 35—39, 5 ref. bibl.]

Pentru crearea cîmpului magnetic exterior necesar la studierea comportării aparatelor electrice de măsură, se indică folosirea unei bobine de construcţie specială şi anume o bobină dublă. Diametrul bobinei trebuie să fie atît de mare încît să depăşească dimensiunile aparatului de cel puţin patru ori, iar neuniformitatea cîmpului în spaţiu nu trebuie să depăşească 5%. Se determină apoi o serie de formule de calcul, modul de determinare a amperspirelor wI necesare pentru crearea cîmpului magnetic H_x, ajungîndu-se la concluzia că valorile pentru curentul I să fie cuprinse între 0,5 —2 A. Puterea în bobină se determină cu ajutorul unei relaţii ce leagă pe H_x, raza R şi densitatea de curent J(2,5—3 A/mm²).

Se arată avantajele pe care le prezintă această soluţie constructivă şi se indică metodica de încercare a aparatelor electrice de măsură.

Fl. T.

Punte pentru compararea rezistenţelor comune şi etalon în limitele 0,001 la 100 000 Ω. [După V. P. Sigorin: Izmeritelnaia tehnica (1960) 4, 33—36, 3 ref.]

Se descrie o instalaţie pentru măsurarea rezistenţelor, realizată sub forma unui aparat complet punte-comparator de mare precizie, care înlătură multe din neajunsurile semnalate de autor la celelalte scheme. Prezenţa unei surse de alimentare şi nedependenţa rezultatelor comparării de tensiune nestabilizată a acesteia prezintă un avantaj faţă de instalaţiile cu compensare, considerate pînă la apariţia instalaţiei descrisă, cele mai precise.

Schema electrică este prezentată pe larg, dîndu-se şi valori pentru diferite elemente ale ei; de asemenea sînt studiate erorile de măsură ce apar atunci cînd mărimea rezistenţei este cît mai diferită. Se citează că eroarea aparatului nu este mai mare de 0,00005%, iar timpul de măsură a unei rezistenţe este mai mic de 5—6 ori decît la celelalte instalaţii de măsurare.

Fl. T.

Maşină pentru gradarea scalelor la reparaţia aparatelor de măsură electrice. [După A. I. Rojkov: Izmeritelnaia tehnica (1960) 4, 42—43.]

După repararea aparatelor electrice este necesară o etalonare a lor şi de cele mai multe ori, o regradare a scalei. Sînt arătate dificultăţile ce apar atunci cînd operaţiile se fac manual (calitate neuniformă şi muncitori de înaltă calificare) sau se folosesc maşini ce permit doar o împărţire uniformă a intervalului cuprins între două valori de bază. O împărţire a scalei, după o altă lege, de exemplu variaţia pătratică nu este posibilă.

Maşina realizată de autor permite să se deseneze diviziunile dintre două intervale de bază, legea de gradare a scalei fiind respectată pe toată lungimea ei. Se descrie modul de funcţionare, arătîndu-se că instalaţia construită se găseşte în exploatare de cîţiva ani cu rezultate bune în ceea ce priveşte scurtarea timpului de gradare a scalelor şi precizia lor.

Fl. T.

621.32 *Lămpi electrice*

Influenţa temperaturii ambiante asupra fluxului luminos la lămpile fluorescente. [După Herrick-Wenner: Elektrotechn. Z.-B. **12** (1960) 20, 492.]

Sînt surprinzătoare şi în acelaşi timp foarte interesante pentru proiectanţi diferenţele de intensitate luminoasă a tuburilor fluorescente în funcţie de temperatura ambiantă. Fluxul luminos a acestor lămpi este dependent de temperatura ambiantă şi — în legătură cu aceasta — de condiţiile de răcire : felul corpului de iluminat şi curentul de aer.

S-au făcut experienţe cu astfel de tuburi într-o încăpere de formă cubică în care puteau fi variate temperatura între — 40 °C şi + 40 °C, iar umiditatea aerului între 10 şi 90%. În aceeaşi cameră se putea introduce un curent de aer de 5 pînă la 40 km/h. Fotoelementele, cu care se făceau măsurătorile, aveau toate dispozitive de corectură în funcţie de culoarea luminii. S-au executat măsurători la corpuri de iluminat avînd un număr diferit de tuburi şi aceasta la diferite temperaturi şi diferite viteze ale vîntului. S-a constatat, de exemplu că la un corp de iluminat cu două tuburi de 80 W valoarea maximă a fluxului se găseşte la —25°C, iar într-un curent de 32 km/h această valoare maximă se află la 0 °C. La un corp de iluminat cu 4 tuburi valoarea maximă a fluxului se găseşte la —40°C iar în curentul de mai sus la —20°C. În aceste condiţii fluxul luminos a reprezentat 160% din valoarea ce ar fi avut-o la 25°C.

Autorii deduc de aci că la proiectarea corpurilor şi instalaţiilor exterioare de iluminat trebuie să se ţină seama de condiţiile climatice (temperatură şi vînt) ale regiunilor în care se montează instalaţia. Încercîndu-se un număr de 82 corpuri de iluminat înzestrate cu un număr variabil de tuburi, s-a constatat că de obicei curbele, care redau fluxul în funcţie de temperatură, aveau cam acelaşi aspect, pe cînd valoarea maximă a fluxului depindea — în funcţie de condiţiile de răcire ale corpurilor de iluminat — de temperaturile dimprejurul acestora. Faţă de cele de mai sus este posibil ca, stabilind raportul dintre fluxul maxim şi fluxul la temperatura unei încăperi, să se afle fluxul unui corp de iluminat oarecare la orice temperatură exterioară.

G.C

CZ 628.946.1 :621 :3027.224

Un reflector „rece" cu raze dirijate. [După : ETZ — B **12** (1960) 4,91.]

Pentru iluminarea unor suprafeţe mici (punctiforme) în vitrine, magazine etc. sînt utilizate lămpi puternice cu razele concentrate (cu un con de emisie foarte ascuţit). Căldura concentrată a acestor lămpi decolorează, strică sau chiar aprinde materialul iluminat; în plus lămpile au o durată de viaţă foarte scurtă.

Dezavantajele de mai sus sînt înlăturate printr-o lampă de tensiune joasă recent apărută pe piaţă (fabricaţie „General Electric") şi care au o putere de 30 W pentru o intensitate de 95 000 cd. Reducîndu-se astfel căldura, ce trebuie evacuată, se măreşte în acelaşi timp rentabilitatea. Punctul luminos se poate micşora datorită unui fir incandescent foarte mic, alimentat cu 6,4 V. Două diagrame arată suprafaţa iluminată şi iluminarea (lx) în funcţie de distanţa de la lampă.

Sînt indicate şi alte date constructive, cum ar fi protecţia reflectorului cu o carcasă de sticlă, transformatorul de alimentare 220/6,4 V de dimensiuni reduse, filtrele în 12 culori şi posibilitatea de fixare în diferite direcţii. Lampa are o durată medie de viaţă de 2 000 ore.

G.C.

Cronică

Tîrgul de la Leipzig 5—14 martie 1961

Printre tîrgurile internaţionale, cel de la Leipzig, a ocupat un loc de frunte. Oraşul Leipzig, aşezat la o răscruce de mari artere de comunicaţie între est şi vest, urmînd o veche tradiţie, organizează în fiecare an — primăvara şi toamna — un mare tîrg internaţional tehnic şi de mostre.

Tîrgul de primăvară din acest an, care a avut loc între 5 şi 14 martie, este o nouă demonstraţie a avîntului economic, a coeziunii şi unităţii ţărilor socialiste, care au dovedit cu mijloacele întrecerii paşnice superioritatea socialismului asupra capitalismului. Tîrgul a fost o demonstraţie a posibilităţilor de realizare a coexistenţei paşnice între cele două sisteme economice prin activarea schimbului de mărfuri.

Prezenţa ţărilor socialiste la Leipzig a avut o mare importanţă economică şi politică, produsele expuse şi oferite de unele dintre aceste ţări oglindesc faptul că socialismul creează şi acelor popoare a căror dezvoltare a fost în trecut împiedicată de capitalism şi imperialism, posibilitatea să ajungă din urmă, ba chiar să şi întreacă ţări dezvoltate din punct de vedere industrial. Astfel, R.P.R., ca expozant la Leipzig, a făcut în ultimul timp o puternică impresie în cercurile comerciale. Prezentarea unor produse industriale romîneşti de calitate a contribuit ca ţara noastră să-şi încheie cît mai multe tranzacţii de cumpărare-vînzare.

Tîrgul de la Leipzig, nu numai că a avantajat stabilirea de relaţii cu pieţele sistemului economic capitalist dar a fost şi intermediarul comercianţilor din ţările capitaliste al căror interes pentru schimbul cu Estul este tot mai mare. Anul acesta au venit comercianţi din peste 70 de ţări. Tîrgul din noua metropolă comercială a avut şi anul acesta un pronunţat caracter internaţional.

În 25 pavilioane, 22 hale şi pe o mare suprafaţă sub cerul liber, însumînd o suprafaţă de 300 000 m², 9 000 expozanţi din circa 50 de ţări au oferit un sortiment extrem de variat de produse tehnice şi bunuri de larg consum. Produsele tehnice au predominat, ocupînd 2/3 din suprafaţa de expunere.

Toate ramurile construcţiilor de maşini, de vehicule, precum şi ale industriei metalurgice, chimice, electrotehnice etc. au fost prezente aici. Au fost interesante noile maşini unelte pentru prelucrarea automată şi semiautomată a pieselor complicate, apoi aparatele speciale de măsură de ghidaj şi de reglat, necesare la mecanizarea şi automatizarea tuturor ramurilor de producţie.

În centrul atenţiei Tîrgului, în mod tradiţional, s-au aflat în cadrul ramurilor tehnice şi ofertele de produse electrotehnice din domeniul curenţilor tari, produse care merită o atenţie specială datorită caracterului ei multilateral.

Aici au fost prezentate cele mai variate sortimente de maşini şi aparate electrice construite după noile cerinţe, cu materiale electroizolante şi active de calitate superioară.

De la tîrg nu au lipsit nici noutăţile din domeniul materialelor pentru circuitele magnetice : table cu pierderi reduse cu şi fără orientarea cristalelor. Aceste materiale au fost găsite atît ca mostre cît şi ca parte componentă în produse finite.

Aparatajul electric de joasă şi înaltă tensiune oferit la Tîrg a fost corespunzător exigenţelor impuse de amploarea care o iau reţelele electrice.

*

Expozanţii din ţările socialiste au adus un important aport la acest tîrg. Mărfurile expus de aceştia fiind mult apreciate.

Tîrgul de la Leipzig din acest an, ca şi toate cele precedente din 1946 încoace, a însemnat un succes deplin şi un exemplu practic a coexistenţei paşnice între cele două sisteme economice.

B. N.

Conferinţe ţinute de oamenii de ştiinţă sovietici

În ziua de 2 decembrie 1960 s-au ţinut la Casa Oamenilor de Ştiinţă, Piaţa Kuibîşev nr. 9, două conferinţe în cadrul colaborării tehnico-ştiinţifice romîno-sovietice. La invitaţia Comisiei de Automatizare de pe lîngă Academia Republicii Populare Romîne au vizitat institutele tehnico-ştiinţifice din ţara noastră cand. în ştiinţe tehnice *Victor Veniaminovici Sidelnikov*, conferenţiar la Institutul Electrotehnic şi Şef de Laborator la Institutul Electromecanic din Leningrad al Academiei de Ştiinţe din U.R.S.S., specialist în telemecanică şi cand. în ştiinţe tehnice *Vladimir Sergheievici Popov*, cercetător ştiinţific la acest din urmă institut, specialist în traductoare pentru telemecanică.

Cercetătorii sovietici au fost prezentaţi auditoriului de către tov. dr. ing. *Aurel Avramescu*, membru corespondent al Academiei R.P.R., care a subliniat activitatea tehnică şi ştiinţifică a oaspeţilor, după care au urmat conferinţele, ilustrate de proiecţii.

Tov. *V. V. Sidelnikov* în conferinţa sa *„Utilizarea comunicaţiilor de înaltă frecvenţă pe liniile de energie în U.R.S.S."* a prezentat soluţiile tehnice cele mai recente, şi anume : schemele, aparatele şi echipamentul de mare eficienţă pentru telecomunicaţii (telefonie, telemăsură, telecomandă şi teleprotecţie), cît şi aparatele noi de racordare la liniile de înaltă tensiune (condensatoare de racord, bobine de zăvorîre) dezvoltate cu colaborarea efectivă a Institutului de Electromecanică a Academiei de Ştiinţe din U.R.S.S.

În continuare tov. *V. S. Popov* a expus conferinţa sa despre *„Utilizarea rezistenţelor neliniare cu încălzire în automatica şi tehnica măsurărilor electrice"*, în care a înfăţişat străduinţele încununate de succes ale unui colectiv de cercetare din Leningrad pentru a crea traductoare termoelectrice formate din fire metalice subţiri cu o caracteristică neliniară a rezistenţei în funcţie de curent. S-a reuşit a se da acestor rezistenţe o mare stabilitate faţă de influenţe venite din exterior, ceea ce asigură o largă gamă de aplicaţii în schemele de măsură şi automatizare.

Conferinţele au fost urmate de discuţii între specialiştii romîni şi oamenii de ştiinţă sovietici, din care a reieşit interesul deosebit trezit de progresul tehnicii şi ştiinţei sovietice în acest domeniu.

A. A.

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ŞT. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele. Editor : Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia şi Administraţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica, nr. 3. Telefon 141595—14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît şi privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual : pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30. Preţul unui exemplar : lei 5. Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor ASIT, precum şi la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Publicaţiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 2. — c. 928

SZÉCHÉNYI MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

SOMMAIRE

CD 621.316.11.016.35 : 537.315.6

Dimo P. : **Le principe de la superposition des effets, appliqué aux noeuds d'un réseau complexe — en tant que voie générale et unitaire d'analyse des systèmes électro-énergétiques**

Electrotehnica *9* (1961), no. 4, 213–117

L'auteur montre que le schéma électrique d'un système énergétique, „vu" en partant d'un noeud, peut être réduit, par la superposition des effets dans ce noeud, à un simple schéma radial. Dans ce schéma équivalent sont représentées toutes les grandeurs extérieures du noeud respectif de manière à permettre d'étudier l'interdépendance entre ces grandeurs et leur effet sur ce noeud.

L'analyse d'un système complexe peut ainsi être réduite à l'analyse simplifiée à un nombre quelconque de noeuds du type radial, auxquels peuvent être appliquées les méthodes de l'auteur (l'analyse nodale utilisant les courants de court-circuits ou l'analyse graphique).

La représentation graphique unitaire et générale qui peut être faite pour les noeuds radiaux est valable également dans le cas des réseaux complexes ayant applicabilité dans les problèmes de grande complexité des réseaux modernes (réglage, stabilité, etc.).

CD 621.314.223 : 621.316.722

Grosu Şt. : **Considérations au sujet du fonctionnement et de la construction des autotransformateurs de grande puissance pour le réglage de la tension dans les réseaux de transport d'énergie**

Electrotehnica *9* (1961) no. 4, 118–123

On expose les problèmes et le mode de les résoudre aux autotransformateurs de grande puissance en général, et particulièrement dans le cas d'un autotransformateur de 60 MVA, 110/110 $\pm$ 20% kV en $\pm$ 12 échelons, construit aux Usines „Electroputere".

CD 621.318.22 :538.246.2

Fugaru C., Ivaşcu V. : **La production d'aimants oxydiques à base de ferrite de baryum et de PbO**

Electrotehnica *9* (1961) no. 4, 124–129

On présente les résultats des recherches et de l'élaboration d'un matériel magnétique Fe_2O_3—BaO—PbO accusant des propriétés magnétiques analogues à celles de la ferrite de baryum, mais qui nécessite une température de concrétionnement plus basse.

CD 621.316.544.1.001.4 : 621.316.57.004.6

Barbu I. : **Dispositifs et appareils pour l'essai à l'usure des contacts et des appareils de commutation**

Electrotehnica *9* (1961) no. 4, 130–136

L'auteur expose le mode et la nécessité de faire l'essai des appareils de commutation et des contacts de connexion fabriqués des matériaux usuels utilisés aux courants de 10, 25, 60 et 100 A. L'énergie électrique estimée pour ces essais est d'environ $900 \cdot 10^3$ kWh. On a élaboré un schéma qui a permis d'effectuer des essais sur lesquels on a réalisé une économie d'environ 450 000 lei.

On présente les dispositifs et les appareils à l'aide desquels ont été exécutés les essais à l'usure électrique. Par suite des observations, il a résulté que l'essai mécanique à l'usure doit être effectué simultanément avec l'essai électrique.

CD 621.317.333.82.001.24

Popa B. : **Contributions au sujet du calcul et de l'exploitation des installations d'impulsions**

Electrotehnica *9* (1961) no. 4, 136–140

L'auteur étudie une série de problèmes se rattachant à l'élaboration de projets d'installations d'impulsion, tout en établissant les relations de dimensionnement dans l'hypothèse du coefficient maximum d'utilisation. Il analyse aussi le mode de variation du coefficient d'utilisation pour différents schémas de connexions et rapports des paramètres électriques constituants et pour différents paramètres de l'onde de choc.

DOCUMENTATION, 140–143

CHRONIQUE, 144

621.3 ELECTROTEHNICĂ GENERALĂ

CZ 621.317.2.088.6

Albrecht, F. :
Statistica aplicată la cercetările din laboratoarele electrice.
Trans. amer. Inst. electr. Engrs. **III** (1960) 51, 386—394.

621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313.2.044.62

Kampf, K. :
Influenţa polilor de comutaţie asupra caracteristicilor maşinilor de curent continuu.
Elektrotechn. Onz. **49** (1960) 12, 623—628.

CZ 621.313.223 : 621.316.718.5

Bielawski, Z. :
Reglajul vitezei motoarelor derivaţie de c.c. cu ajutorul amplificatoarelor magnetice.
Przegl. Elektrotechn. **36** (1960) 11, 463—469.

CZ 621.313.333.025.2 : 621.316.719

Bajorek, Z. :
Autofrînarea motoarelor de inducţie bifazate.
Przegl. Elektrotechn. **36** (1960) 11, 461—463.

CZ 621.313.333.2.016.1

Jordan, H., Taegen, F. :
Curbele cuplurilor şi pierderile suplimentare ale motoarelor asinerone trifazate.
Elektrotech. Z.—A. **81** (1960) 23, 816—820.

CZ 621.313.391 : 621.314.261

Frejtich, Z., Haas, R., Stramek, K. :
Convertizoare rotative pentru frecvenţe medii.
Elektrotechn. Obz. **49** (1960) 12, 620—622.

CZ 621.313.2.047.2 : 621.316.718.5

Ageev, I. Z. :
Condiţiile de comutare pentru maşini cu viteza variabilă în limite largi.
Electricestvo **81** (1960) 12, 61—69.

CZ 621.313.333—573.2.017

Golovanov, A. T., Yui Yan :
Efectul curenţilor tranzistorii de la pornirea motoarelor de inducţie asupra pierderilor la pornire.
Electricestvo **81** (1960) 12, 58—61.

CZ 621.313.333.2.045.56 : 621.315.532

Keppert, S. :
Colivii din aluminiu pentru motoare asinerone.
Elektrotechn. Obz. **49** (1960) 12, 628—631.

621.314 TRANSFORMAREA ENERGIEI ELECTRICE

CZ 621.314.2.018.32

Prigent, H. :
Mecanismul producerii armonicilor multiple de 3 în transformatoarele trifazate.
Rev. Gen. Electr. **69** (1960) 12, 631—644.

CZ 621.314.53+.63

Mc Breen, J. P. :
Utilizările redresoarelor şi convertizoarelor de forţă.
Electr. Rev. **167** (1960) 27, 1114—1121.

621.315 TRANSMISIA ENERGIEI ELECTRICE

CZ 621.315.14.017.73.001.24

Kahl, T. :
Calcularea densităţii economice de curent în liniile electrice.
Przegl. Elektrotechn. **36** (1960) 11, 446—451.

CZ 621.315.14.015.54

Mohr, A. W. :
Gama de viteză şi de sarcină a motoarelor universale fără scîntei.
Elektrotechn. Z.—A. **81** (1960) 23, 812—816.

621.315.2/3 CABLURI ELECTRICE

CZ 621.315.21 : 621.316.1

Cave, P. W. :
Cabluri pentru reţele de distribuţie.
J. Instu. electr. Engrs **6** (1960) 72, 693—697.

621.315 .61 MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.616.9 : 621.315.33+621.315.211

Senarelens, G. de :
Masele plastice folosite la izolarea conductoarelor şi cablurilor.
Bull. Ass. suisse Electr. **51** (1960) 24, 1245—1256.

CZ 621.315.171.056.001.24

De Bernochi, C. :
Dimensionarea distanţelor între fazele liniilor de medie tensiune.
Energia Electtrica **37** (1960) 11, 994—1003.

621.316.5 APARATAJ

CZ 621.316.57

Myslicki, A. :
Probleme asupra întreruptoarelor.
Przegl. Elektrotechn. **36** (1960) 11, 453—460.

CZ. 621.316.54.064.22 : 621.316.13.027.815

Marty, G. :
Condiţiile pentru aparatajul de reanclanşare rapidă în reţele de înaltă tensiune pînă la 150 kV.
Bull. Ass. suisse Electr. **51** (1960) 22, 1152—1156.

CZ 621.316.57.064.22 : 621.382.3.004

Rogeth, P. :
Concepţia şi utilizarea unui nou aparat tranzistorizat pentru reanclanşarea rapidă.
Bull. Ass. suisse Electr. **51** (1960) 23, 1194—1197.

CZ 621.316.542.066.6

Khalifa, M. M., Abul-Makarem, F. :
Materiale pentru contacte.
Electr. Rev. **167** (1960) 27, 1139—1140.

621.316.7 REGLAJ

CZ 621.318.423.013.1 : 538.531

Greşniakov, V. M. :
Calculul inductanţei unei bobine cu miez feromagnetic deschis şi al inductanţei de scăpări a unui stabilizator prorezonant.
Electricestvo **81** (1960) 12, 69—75.

621.316 PROTECŢIE

CZ 621.316.923+621.316.573

Wozniak, R. :
Controlul curenţilor mari de scurtcircuit cu ajutorul unei combinaţii „fuzibil de joasă tensiune şi întreruptor".
Elektrotechn. Z.—A. **81** (1960) 23, 820—822.

CZ 621.316.933.3 : 537.311.33

Secunde, R. R. :
Circuite magnetice cu semiconductoare pentru protecţia împotriva supratensiunilor şi a subfreevenţei.
Trans. amer. Instn. electr. Engrs **III** (1960) 51, 373—379.

621.317 MĂSURI ELECTRICE

CZ 621.317.3.083.4

Jacobs, P. :
Despre precizia măsurilor prin metode de zero în curent sinusoidal.
Rev. E **4** (1960) 4, 159—166.

CZ 621.317.333.6

Lang, G. F. :
Consideraţii asupra metodelor de măsură pentru controlul izolaţiei.
Electr. Engng. **79** (1960) 10, 818—820.

621.318.4 INDUCTANTE. REACTOARE

CZ 621.318.435.3

Alle, J. P. :
Principii de funcţionare ale amplificatoarelor magnetice.
Rev. E **3** (1960) 4, 181—190.

CZ 621. 318.435.3.018.7

Savastano, G. :
Reactanţele saturabile alimentate cu tensiune dreptunghiulară.
Electrotechnica **47** (1960) 11, 755—764.

CZ 621.318.33.001.24

Ludwig, J. T. :
O metodă pentru proiectarea electromagneţilor de ridicare.
Trans. amer. Instn. electr. Engrs **I** (1960) 49, 300—310.

621.34 ACŢIONĂRI

CZ 621.34.076 : 620.9

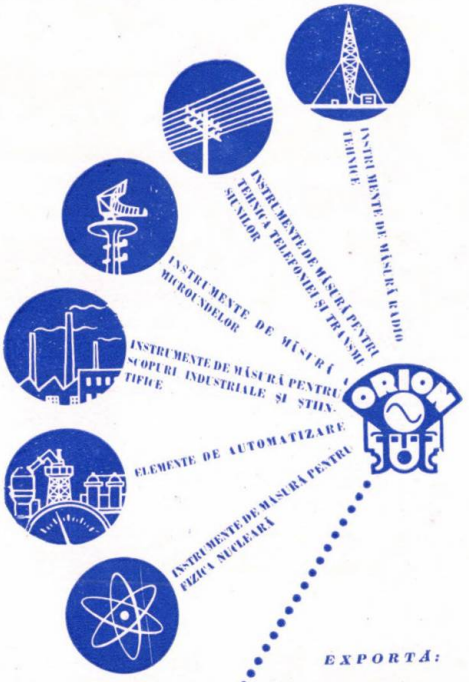
Ruch, H. :
Influenţa variaţiilor tensiunii asupra comportării în funcţionare a motoarelor trifazate cu rotor în scurtcircuit.
Praktische Energiekunde **8** (1960) 5, 141—143.

621.37 AMPLIFICATOARE

CZ 621.375.2/6

Willems, P., Leglise, A. :
Comparaţie între mijloacele electrice pentru amplificarea de putere : amplificatoarele rotative, magnetice, electronice.
Rev. E **3** (1960) 4, 167—179.

INSTRUMENTE DE MĂSURĂ ELECTRONICE
pentru toate ramurile științei și industriei



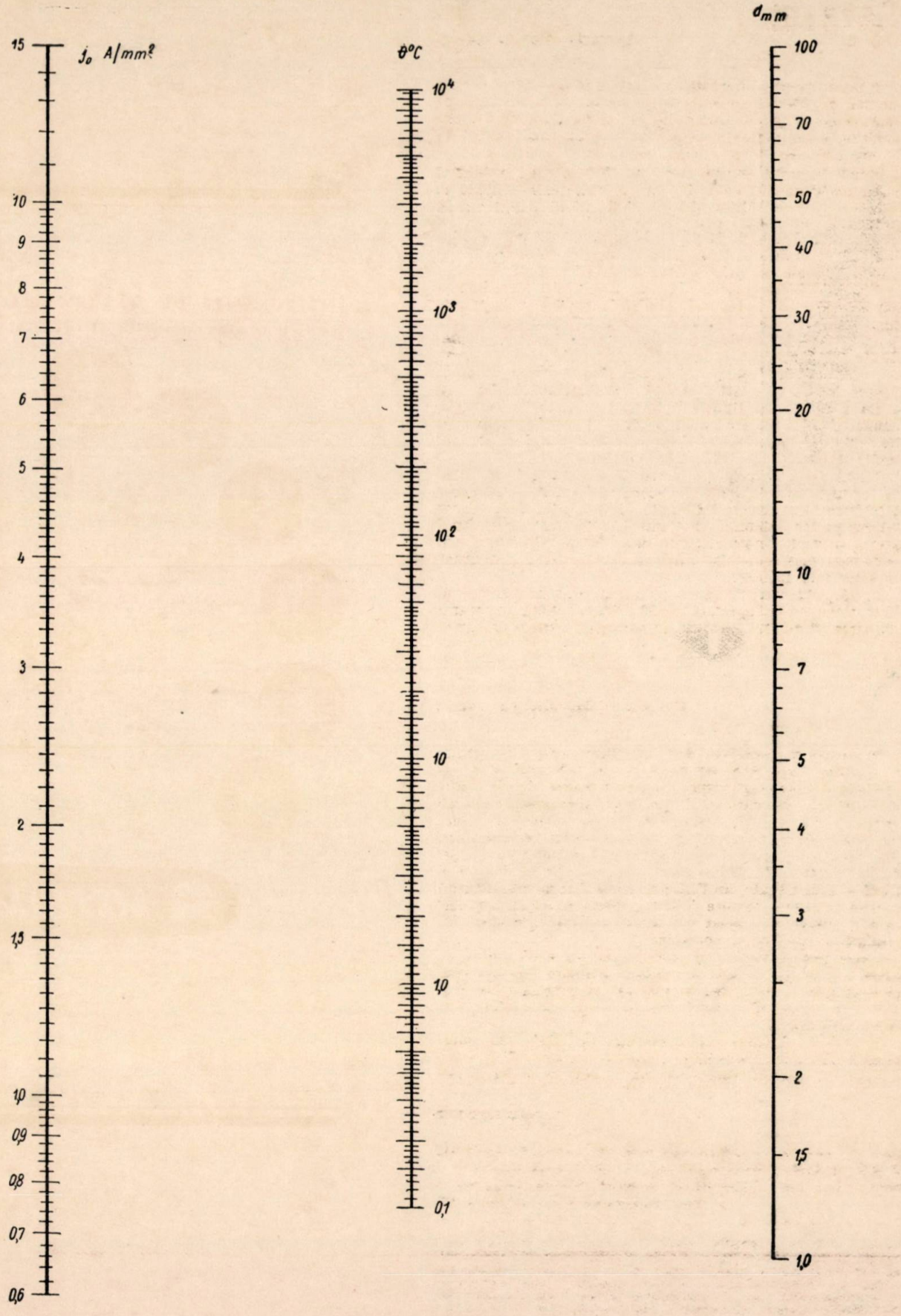
EXPORTĂ:

METRIMPEX

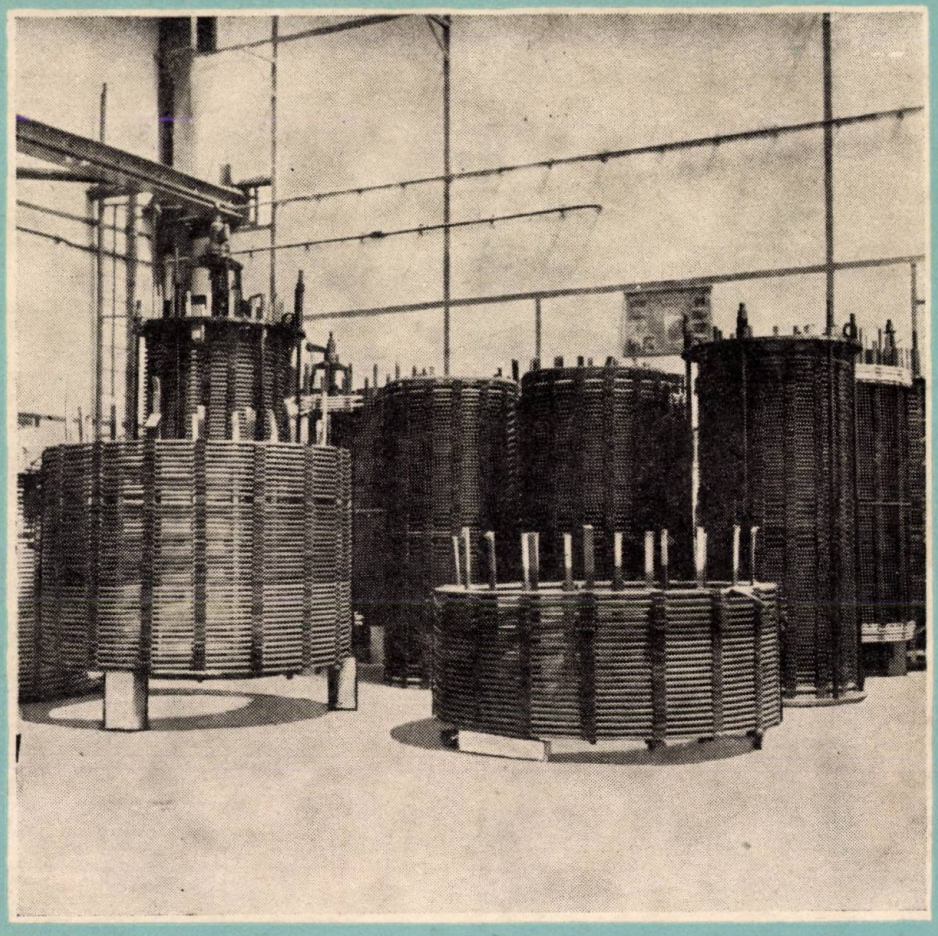
ÎNTREPRINDERE UNGARĂ DE COMERȚ EXTERIOR PENTRU PRODUSELE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa pentru scrisori: BUDAPESTA, CĂSUȚA POȘTALĂ 202 UNGARIA
Adresa telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST

Temperatura staţionară a firelor rotunde din cupru, în funcţie de sarcina de curent



Factor de radiaţie $C = 1$. (după dr. ing. **A. Avramescu**)

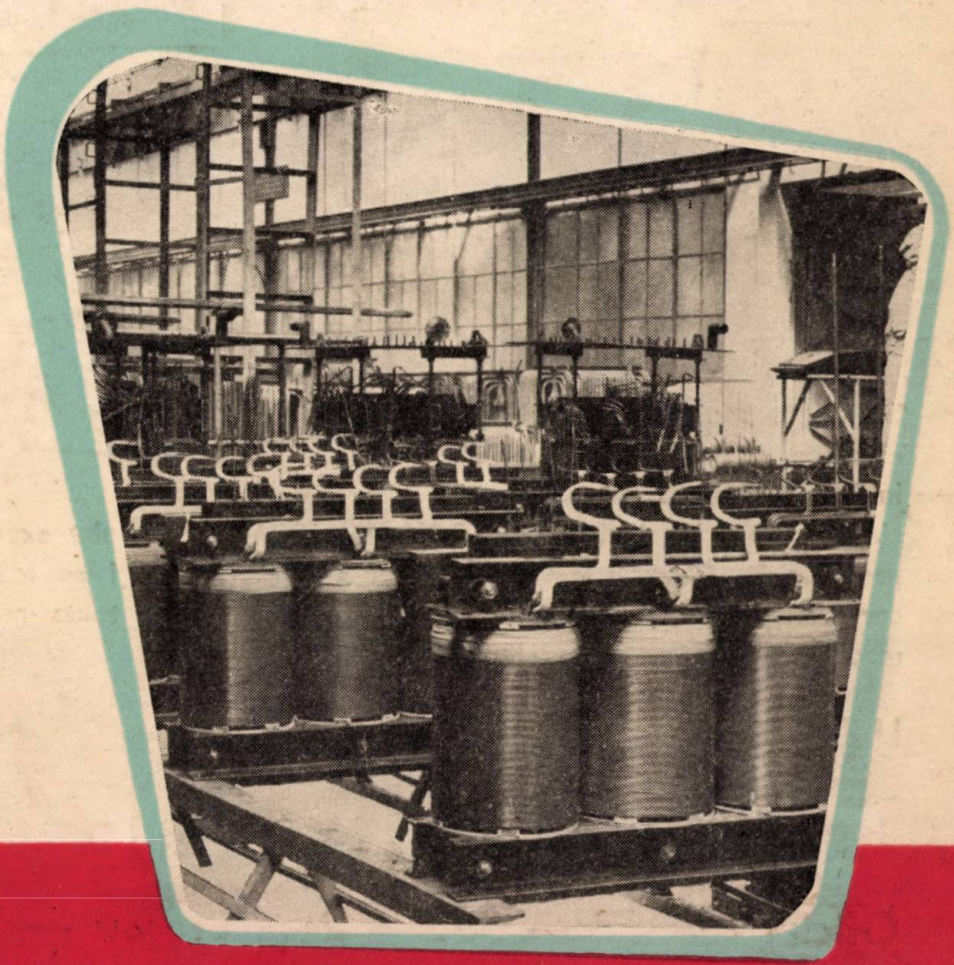


E 2040

R

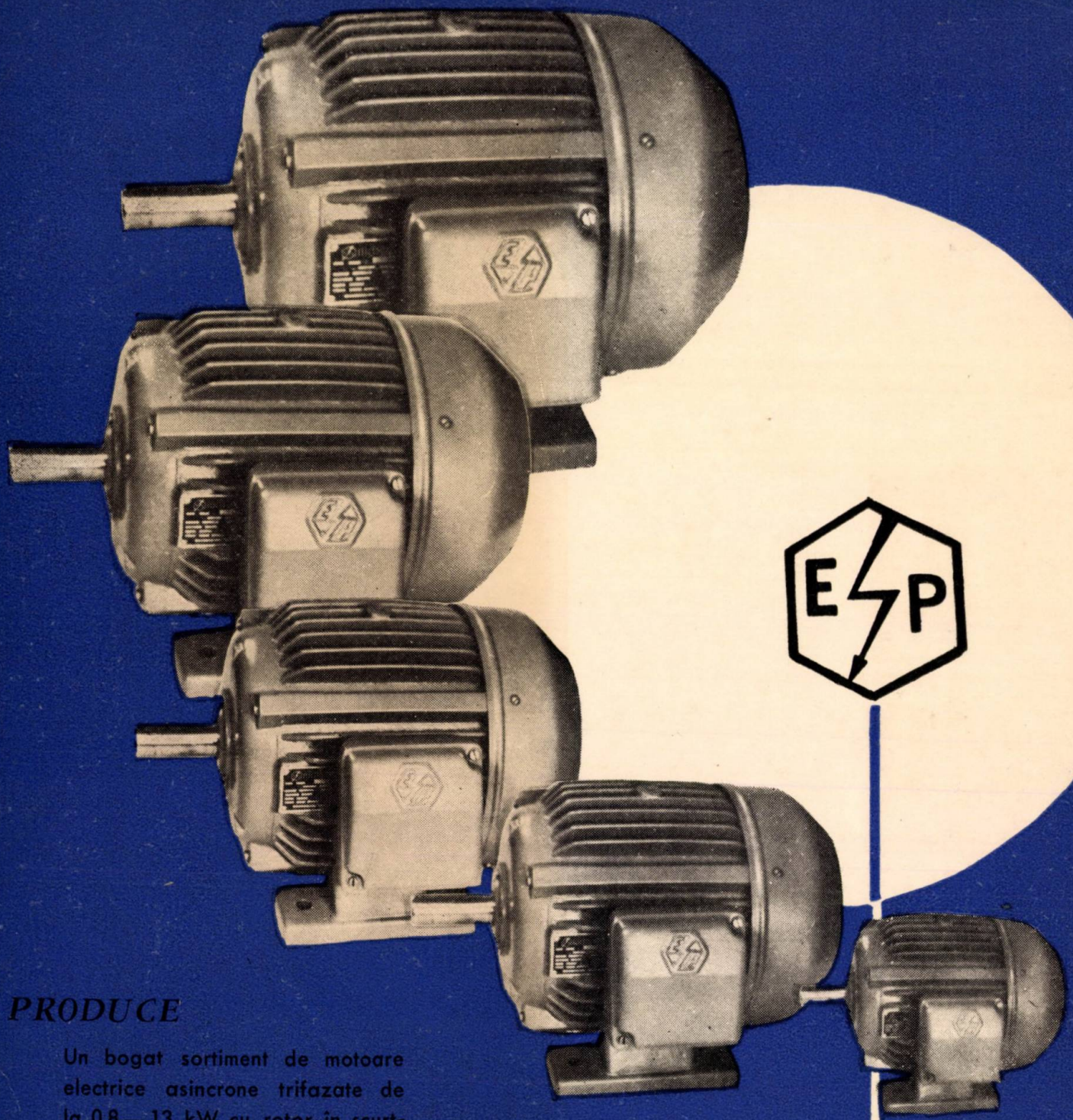
KAT

ELECTROTEHNICA



5

Electrotehnica — București ★ Anul 9 ★ nr. 5 ★ p. 145—184 ★ mai 1961



PRODUCE

Un bogat sortiment de motoare electrice asincrone trifazate de la 0,8 — 13 kW cu rotor în scurt-circuit, cu turație de la 1 000 — 3 000 rot/min. Motoarele sînt executate în clasa E de izolație, protecție P_{33}. Caracterizate prin indici energetici ridicați ca randament, factor de putere și caracteristici de pornire superioare. Se utilizează în toate ramurile industriei: antrenarea mașinilor unelte, pompe, ventilatoare etc.

UZINA

ELECTROPRECIZIE

Oficiul raional — Săcele Reg. Brașov — Telefon 45.54

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1963

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 5 mai 1961

CUPRINS

O aniversare glorioasă
Electrotehnica **9** (1931) 5, 145–149

CZ 621.312(498.11)
Greceanu E. Al. : **Intreprinderea „Electrotehnica" o creaţie a regimului democrat popular.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 150–151

CZ 621.314.2.001.4
Grosu St., Togui D. : **Principii noi de proiectare şi construcţii la transformatoarele de mare putere fabricate în R.P.R.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, p. 152–156

Se expun unele principii de proiectare şi construcţie care se abat de la linia clasică, folosite la unele transformatoare de mare putere, la uzinele Electroputere-Craiova, ceea ce a dus la importante îmbunătăţiri calitative, şi la micşorarea preţului de cost. Produsele realizate depăşesc performanţele calitative ale produselor similare de pe piaţa mondială, realizate cu aceleaşi materiale.

CZ 621.313.2.047.24
Cotta Al : **Calculul dimensiunilor solzilor de micanită în fabricaţia conurilor izolante pentru colectoarele maşinilor electrice rotative.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 157–160

Se prezintă o metodă analitică de calcul pentru dimensionarea solzilor elementari de micanită în fabricaţia conurilor izolante pentru colectoarele maşinilor electrice rotative de curent continuu. Pe baza datelor obţinute se prezintă şi o metodă grafică originală, practică şi avantajoasă, prin operativitatea şi simplitatea ei, accentuîndu-se importanţa calculului pentru obţinerea unor conuri de calitate superioară.

CZ 621.317.382 : 538.632
Şora C., Heler A. : **Determinarea puterilor mici pe baza efectului Hall**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 160–164

În lucrare se propune o schemă pentru măsurarea puterilor mici, pe baza efectului Hall, folosind plăcuţe semiconductoare din Ge. Schema este caracterizată printr-un consum redus în circuitul de tensiune şi o cădere de tensiune mică în circuitul de curent. În ultima parte se arată cîteva încercări experimentale executate. Schema poate fi de exemplu folosită cu succes la măsurarea puterilor în modelele de reţea, la frecvenţă industrială.

CZ 621.316.718.1–526 :621.34 :621.313.2
Damsker D., Fleischer R., Weinrich G. : **Calculul acţionărilor reversibile cu motor de curent continuu şi reglare automată.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 165–171

În lucrare se stabilesc formulele de calcul pentru desfăşurarea în timp a parametrilor electromagnetici şi mecanici ai unei acţionări reversibile cu motor de curent continuu, reversarea turaţiei făcîndu-se atît în domeniul fluxului constant cît şi în domeniul fluxului micşorat. Se admite că prin reglare automată se menţine la valoare constantă curentul motorului, iar în domeniul fluxului micşorat şi f.e.m. Se deduc formulele de calcul pentru durata reversării, rezervele de tensiune necesare forţării excitaţiilor etc. Calculele sînt verificate prin rezultatele oscilografice ridicate la o instalaţie experimentală.

Angajamente şi realizări în întrecerea socialistă, 172–175

RECENZII, 176–177
DOCUMENTARE, 177–180
CRONICA, 180–183
BREVET R.P.R., 184

Fotografia de pe coperta I-a reprezintă trapa de 317 kWA executată l
uzinele „Electroputere"-Craiova, iar fotografia de pe coperta IV-a repre
zintă un transformator construit la aceleași uzină.

СОДЕРЖАНИЕ

Славная годовщина
Electrotehnica **9** (1951) 5, 145–149

УДК 621.312 (498.11)
Greceanu E. Al.: **Предприятие „Электротехника" — детище демократического строя.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 150–151

УДК 621.314.2.001.4
Grosu Şt., Togui D.: **Новые принципы проектирования и конструкции трансформаторов большой мощности, произведенных в РНР.**
Electrotehnica **9** (1061) 5, 152–156

Представлены некоторые принципы проектирования и конструкции, которые отклоняются от классического направления, используемые для некоторых трансформаторов большой мощности на заводе „Электросила" в Крайове, что привело к значительным качественным улучшениям и к снижению себестоимости. Производимая продукция превышает качественные достижения подобной продукции на мировом рынке, сделанной из тех же материалов.

УДК 621.313.2.047.24
Zotta Al.: **Расчет размеров миканитовых чешуек изоляционных конусов для коллекторов ротационных электрических машин.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 157–169

Представлен аналитический расчетный метод для определения размеров первичных миканитовыхчешуек в производстве изоляционных конусов для коллекторов ротационных электрических машин постоянного тока. На основе полученных данных представлен оригинальный графический метод, удобный и выгодный вследствие оперативности и простоты; особенно подчеркивается важность расчета для получения конусов высокого качества.

УДК 621.317.382 : 538.632
Gora, C. Maler, A.: **Определение небольших мощностей на основе эффекта Галла.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 160–164

В работе предложена схема определения небольших мощностей на основе эффекта Галла, используя пластинки полупроводников из Се. Схема характеризуется небольшим расходом в контуре напряжения и небольшим падением напряжения в силовом контуре. В последней части приводится описание нескольких опытов. Схема может быть, например, успешно использована для изменения мощности на сетевых моделях, имеющих промышленную частоту.

УДК 621.316.718.1-526 : 621.34 : 621.313.2
Damsker D., Fleischer R., Weinrich G.: **Расчет реверсивного привода с мотором постоянного тока и автоматическим регулированием.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 165–171

В работе устанавливаются формулы расчета развития во времени электромагнитных и механических параметров реверсивного привода с электромотором постоянного тока, делая изменения направления вращения как в области постоянного потока, так и в области уменьшенного потока. Допускается, что автоматической регулировкой поддерживается постоянный ток мотора, а в области уменьшенного потока э.д.с. Выводятся расчетные формулы для длительности реверсирования, резервов напряжения, необходимых для усиления возбуждения и т.д. Расчеты проверены результатами осцилографирования, снятыми на опытной установке.

Обязательства и достижения в социалистическом соревновании, 172–175

РЕЦЕНЗИИ, 176–177
ДОКУМЕНТАЦИЯ, 177–180
ХРОНИКА, 180–183
ПАТЕНТЫ РНР, 184

CONTENTS

A glorious anniversary

Electrotehnica **9** (1961) 5, 145–149

DC 621.3.312 (498.11).

Greceanu E. Al.: **The „Electrotehnica" enterprise — an outstanding achievement of the People's Democracy.**

Electrotehnica **9** (1961) 5, 150–151

DC 621.314.2.001.4

Grosu St. Țogui D.: **Some new designing and building principles in high power transformers built in the RPR**

Electrotehnica **9** (1961) 5, 152–156

Some designing and building principles somewhat different from the classic line, employed at the „Electroputere" works in Craiova in producing certain high power transformers are pointed out.

The application of these new principles led to important qualitative improvements and cutting down of cost price.

The performances obtained exceed those of similar foreign products achieved with the same materials.

DC 621.313.2.047.24

Cotta Al.: **Calculus of the micanite scale dimensions in manufacturing the insulant cones designed for the collector of electric machines.**

Electrotehnica **9** (1961) 5, 157–160

The author presents an analytical method for computing the dimensions of micanite elementary scales in manufacturing the insulant cones designed for collectors of the rotative electric machines for direct current. On the basis of data obtained an original graphic method, practical, simple and efficient is pointed out the importance being stressed of the calculus in obtaining high quality cones.

DC 621.317.382 : 538.632

Șora C., Heler A.: **Determining the low powers on the basis of Hall effect.**

Electrotehnica **9** (1961) 5, 160–164

A scheme is suggested for low power measurements based on Hall effect by using a semiconductor plate made of Ge. This scheme is characterized by low energy losses in the tension circuit and a low voltage drop in the current circuit. Some trials conducted are shown in the final part of the paper. This scheme can succesfully be used for power measurements in network models at industrial frequency.

DC 621.316.718.1-526 : 621.34 : 621.313.2

Damsker D., Fleischer R., Weinrich G.: **The calculus of reversible drives with direct current motor and automatic control.**

Electrotehnica **9** (1961) 5, 165–171

The computation formulae are established concerning the development of electromagnetic and mechanical parameters of a reversible drive with a direct current motor, the inversion of revolution being made in the field at both constant and reduced flux. It is admitted that the motor current is kept at a constant value by means of automatic control. In the field of reduced flux also the e.m.f. The formulae for computing the inversion duration are deduced as well as the tension supply necessary to force excitation, etc. The calculus are checked by means of oscillographic results surveyed in an experimental installation.

Engagements and achievements performed in the framework of the Socialist competition, 172–175

REVIEWS, 176–177

DOCUMENTATION, 177–180

CHRONICLE, 180–183

R.P.R. PATENT, 184

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 5 București, mai 1961

O aniversare glorioasă

În urmă cu patru decenii a fost creat Partidul Comunist din Romînia afiliat la Internaționala a III-a comunistă. A luat astfel ființă partidul de tip nou al clasei muncitoare, partid a cărui activitate se călăuzește în mod ferm după învățătura marxist-leninistă și care este intransigent față de orice formă de oportunism.

Situînud-se în fruntea luptei poporului romîn pentru dreptate socială, aplicînd în mod creator teoria marxist-leninistă la condițiile specifice ale țării noastre, Partidul Comunist din Romînia a știut să mobilizeze pături din ce în ce mai largi la lupta împotriva fascizării țării, pentru desăvîrșirea revoluției burghezo-democratice, și apoi la organizarea victorioasă a insurecției armate.

După înlăturarea burgheziei și lichidarea moșierimii ca clasă, partidul și-a orientat atenția principală în direcția creșterii puternice a forțelor de producție, a dezvoltării și consolidării relațiilor socialiste de producție.

Pe baza învățăturii leniniste, aplicată în mod creator la condițiile specifice ale țării noastre, partidul a trasat sarcina, încă la Conferința Națională din 1945, de a se dezvolta cu precădere industria grea și în primul rînd industria constructoare de mașini, chezășie a independeței economice, cale sigură și verificată de practică pentru consolidarea puterii populare, bază economică pentru colectivizarea agriculturii, pentru victoria deplină a socialismului.

Transformarea patriei noastre într-o țară cu o industrie dezvoltată a devenit posibilă odată cu naționalizarea principalelor mijloace de producție și planificarea economiei naționale.

Congresele partidului, plenarele Comitetului Central, hotărîrile de partid și de stat au dat în permanență cele mai prețioase îndrumări și au creat baza materială necesară pentru continua promovare a progresului tehnic în toate domeniile economiei naționale. Au fost construite sute de întreprinderi noi înzestrate cu tehnica cea mai modernă, a fost extins și modernizat un număr și mai mare de întrerprinderi industriale. Au fost comasate întreprinderile mici, dispersate, care foloseau o tehnică rudimentară, creîndu-se întreprinderi mari, înzestrate cu mijloace tehnice corespunzătoare economiei socialiste.

A fost acordată o atenție deosebită creșterii continue a productivității muncii atît prin folosirea deplină a capacităților existente, cît și prin automatizări, mecanizări, introducerea pe scară largă a metodelor și tehnologiilor moderne de fabricație. Productivitatea muncii a crescut în medie anuală în ultimii șase ani cu 8%, lucru de neconceput sub domnia capitalistă.

Ceea ce caracterizează astfel dezvoltarea industriei socialiste a țării noastre este ritmul rapid de creștere a producției care în ultimul deceniu reprezintă un spor mediu anual de 13%, față de 4% în perioada cea mai prosperă a economiei Romîniei dintre cele două războaie. Producția anului 1960 a fost de aproape 5 ori mai mare decît producția anului de vîrf 1938.

Structura producției industriale a suferit și ea modificări însemnate, industria producătoare de mijloace de producție reprezentînd peste 60% din producția industrială a țării.

A fost creată și s-a dezvoltat puternic construcția de utilaj petrolifer, de mașini unelte, pentru prelucrarea metalelor, motoare cu combustie internă, producția de tractoare și mașini agricole, autocamioane etc. Producția de energie electrică și termică a crescut de 4,2 ori. Consumul de energie electrică pe muncitor industrial a crescut de peste două ori, în deceniul planului de electrificare.

O grijă deosebită a manifestat partidul în ridicarea economică a regiunilor, în trecut năpăstuite. Justa repartizare geografică a forțelor de producție cheamă la viață regiuni întregi ale țării, asigură o producție industrială economică și întărește baza socială a puterii populare.

Sub conducerea partidului, imensa majoritate a populației sătești a pășit pe calea luminoasă a colectivizării. Au fost create condițiile unui avînt continuu al agriculturii prin electrificare, mecanizare, chimizare, folosirea de metode agrotehnice înaintate. A fost lichidată chiaburimea ca clasă, desființîndu-se astfel exploatarea omului de către om și la sate.

Consemnînd succesele obținute în industrializarea socialistă a țării și în transformarea socialistă a agriculturii, Congresul al III-lea al partidului a arătat că în Republica Populară

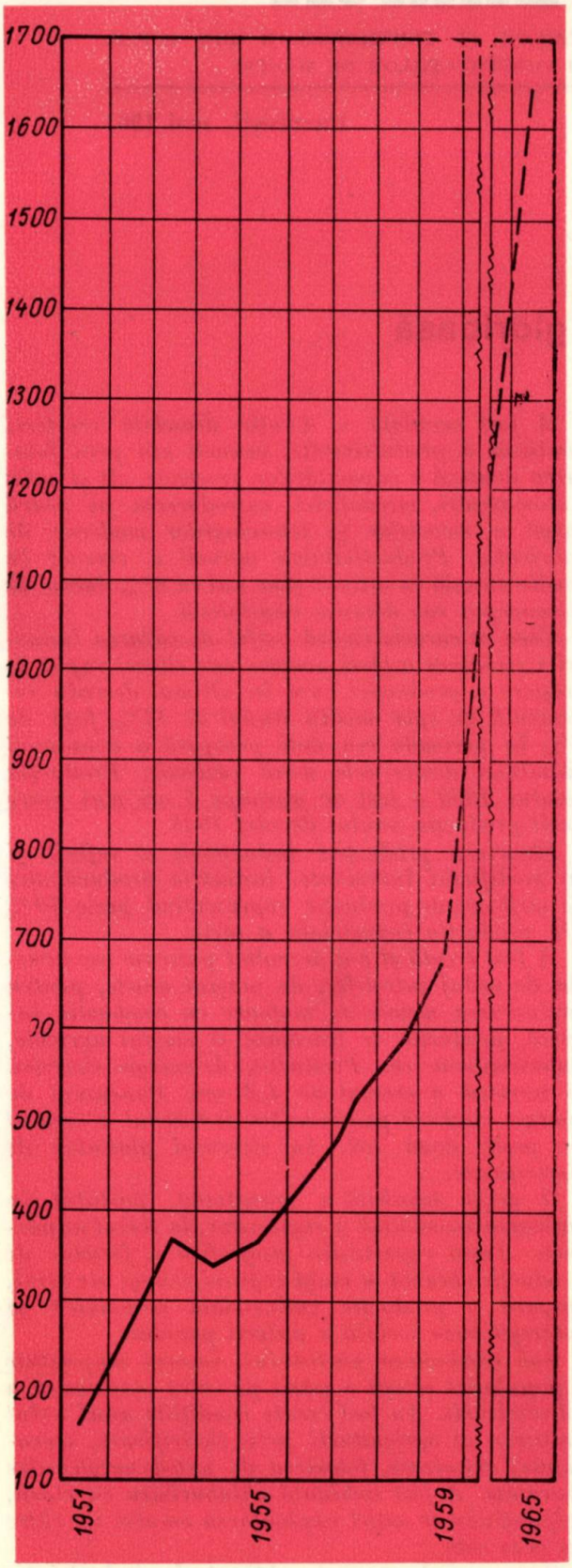


Fig. 1. Creşterea producţiei globale a industriei electrotehnice în intervalul 1950 — 1959 şi 1960 — 1965.

Romînă a fost creată baza economică a socialismului şi a trasat sarcini pentru creşterea continuă a forţelor de producţie şi încheierea procesului de făurire a relaţiilor de producţie socialiste în întreaga economie, pentru desăvîrşirea construcţiei socialiste.

Industria electrotehnică, creaţie a regimului democrat popular, a cunoscut şi ea o amplă dezvoltare în anii puterii populare. Planul de electrificare de zece ani menit să asigure industriei şi agriculturii energia necesară impunea construirea de echipamente energetice pentru centralele electrice, staţiile de transformare, reţelele de transport şi distribuţie etc., ca şi a echipamentelor electrice destinate utilizării energiei electrice de către consumatori.

Sub conducerea partidului a fost construită o puternică industrie electrotehnică, capabilă să facă faţă acestor importante sarcini. Au fost construite întreprinderi noi ca „Electroputere", „Klement Gottwald", „Electroprecizie", F.C.M.E., „Electroizolantul". Au fost reconstruite şi dezvoltate întreprinderi ca „Electroaparataj", „Electrofar", „Grigore Preoteasa".

Al II-lea Congres al P.M.R. consemnînd succesele importante obţinute de industria electrotehnică a trasat în acelaşi timp sarcina ridicării continue a nivelului tehnic al întreprinderilor şi a dezvoltării industriei electrotehnice prin stabilirea profilului şi întărirea tehnico-organizatorică a întreprinderilor din sector.

Plenarele C.C. al P.M.R. care au avut loc ulterior şi mai ales cel de-al III-lea Congres al partidului au trasat industriei electrotehnice sarcinile concrete în această direcţie. Astăzi, întreprinderile din acest sector se prezintă ca unităţi bine profilate cu o bază proprie de concepţie şi proiectare şi care dispun de o înzestrare tehnico-materială corespunzătoare întreprinderilor moderne de specialitate. Astfel, producţia de motoare electrice este realizată de patru întreprinderi, fiecare producînd o gamă determinată a seriilor normale de motoare asincrone, în timp ce maşinile speciale a căror producţie comportă o înaltă tehnicitate au fost concentrate într-o singură unitate.

Producţia de grupuri electrogene se realizează în două întreprinderi profilate pe diferite gabarite. Producţia de transformatoare este, practic, concentrată la Craiova unde s-a dezvoltat o fabrică puternic echipată cu cele mai moderne mijloace materiale. Tot aici se obţin aparataje de înaltă tensiune, în timp ce cele de joasă tensiune sînt realizate la întreprinderea „Electroaparataj". În acelaşi timp, au fost profilate întreprinderi pentru producerea de aparate de radio şi de telefonie şi centralizare electrodinamică. Au fost create, dezvoltate şi profilate unităţi producătoare de materiale electrotehnice şi electroizolante.

S-a dat atenţia cuvenită producerii de bunuri electrotehnice de larg consum.

În vederea obținerii acestor realizări, statul democrat-popular a alocat importante fonduri de investiții pentru construcția întreprinderilor și dotarea lor cu utilajele cele mai moderne. Industria electrotehnică satisface astăzi nu numai necesitățile noastre de echipament, dar creează și numeroase produse pentru export, foarte bine apreciate de către beneficiari.

În baza prevederilor Directivelor celui de al III-lea Congres al Partidului se creează unități noi, dotate cu cele mai moderne utilaje și se modernizează continuu întreprinderile existente. Astfel, la Craiova se ridică noua fabrică de transformatoare. De asemenea, s-au extins și se extind întreprinderile „Electronica" — pentru aparate de radio cu tranzistoare, „Electrofar" — pentru producerea de lămpi fluorescente și cu vapori de mercur, „Grigore Preoteasa" — pentru echipamente moderne de automatizări în transportul feroviar. A fost înființată și se dezvoltă întreprinderea „Automatica" — pentru producerea de echipamente necesare automatizărilor industriale.

Astăzi se fabrică în țară produse electrotehnice de înalt nivel tehnic și într-o gamă foarte variată, care acoperă necesitățile noastre în acest domeniu. Producem motoare electrice asincrone — printre care cele din noua serie unitară au caracteristici

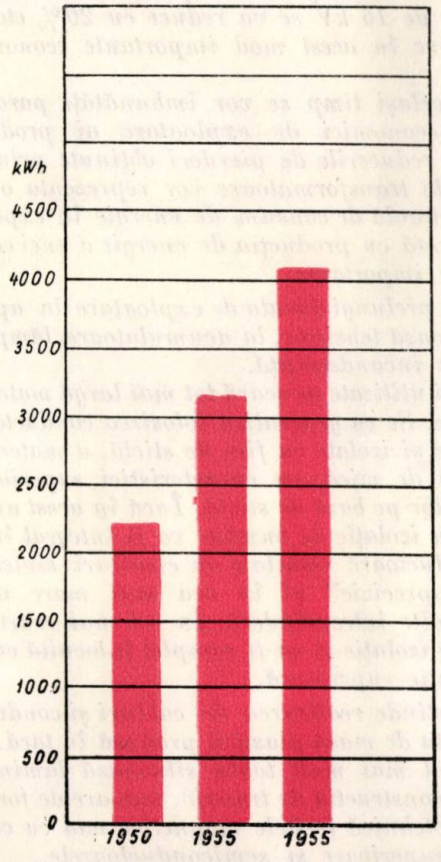


Fig. 2. Față de anul 1949, consumul de energie electrică pentru fiecare muncitor din industrie s-a dublat până în anul 1959, când a atins cifra de 4 100 kWh pe muncitor.

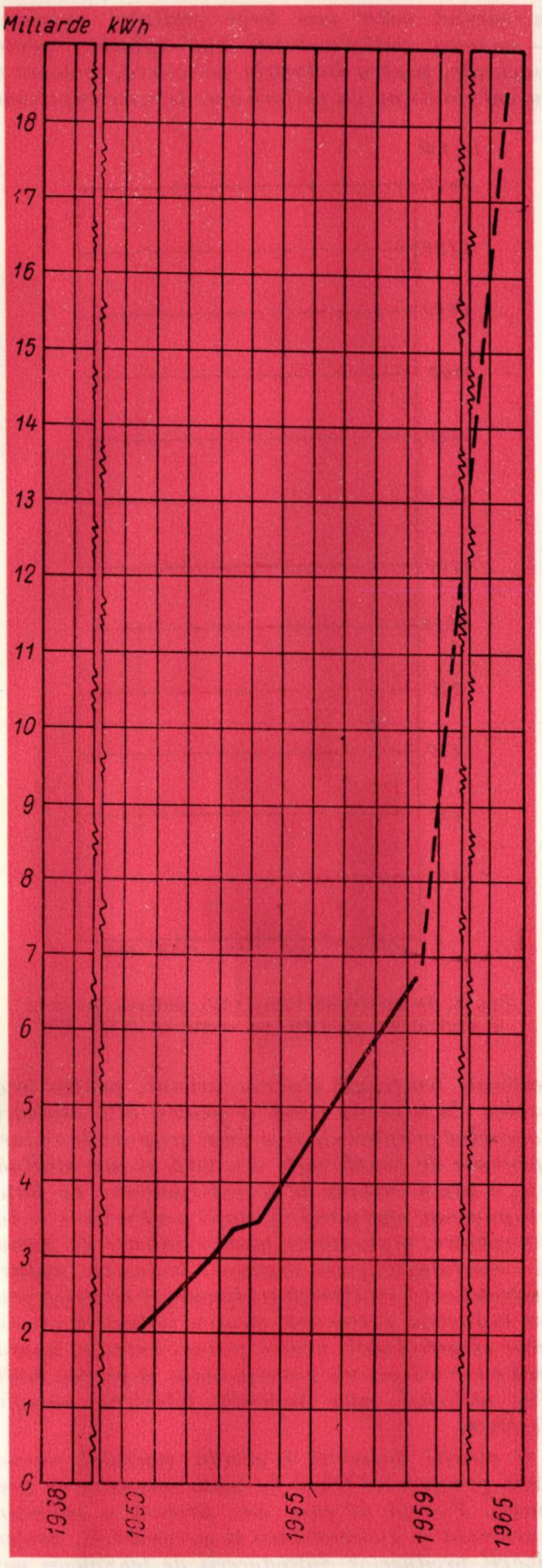


Fig. 3. Creșterea producției de energie electrică între anii 1950—1959. În 1965 producția de energie electrică se va cifra la 18,5 miliarde kWh.

la nivelul celor mai bune realizări cunoscute — motoare antigrizutoase, antiexplozive, pentru macarale, pentru industria petrolieră, motoare de curent continuu cu performanțe tehnice superioare

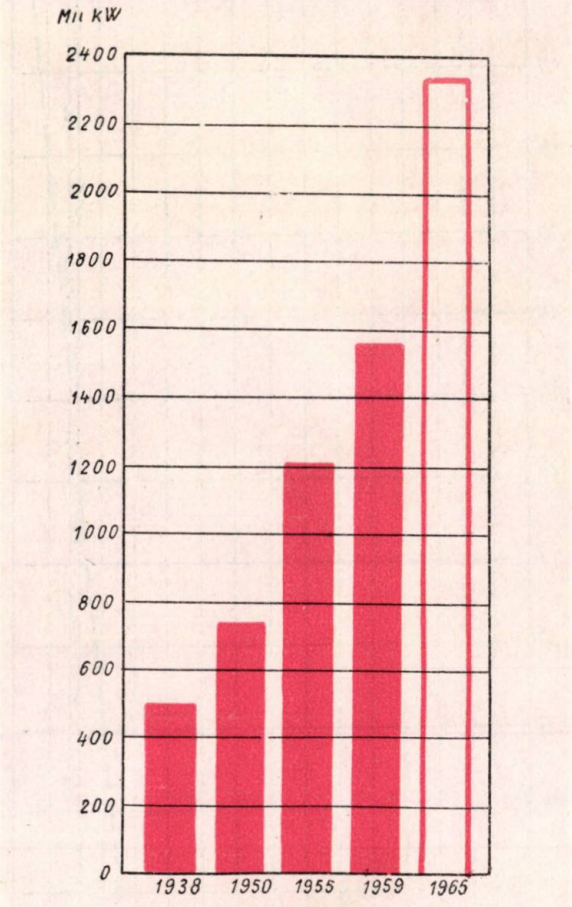


Fig. 4. În intervalul 1960—1965 puterea instalată a centralelor electrice va crește cu 2 380 MW

destinate tracțiunii electrice urbane, pentru locomotive electrice de mină și pentru alte utilizări. Se produc grupuri electrogene și grupuri de sudură apreciate de beneficiarii din țară și din străinătate, o gamă variată de transformatoare de forță, echipamente energetice de stații pentru linii — întreruptoare, separatoare, tansformatoare de măsură — aparataj de joasă tensiune. Industria noastră electrotehnică realizează echipamente electrice pentru industria extractivă, pentru industria cimentului și petrolului, pentru poduri rulante, aparatură electrică pentru autocamioane și pentru multe alte utilizări care necesită folosirea energiei electrice.

O atenție deosebită o acordă partidul promovării progresului tehnic în toate ramurile de producție. Planul de șase ani prevede o extindere însemnată a automatizării și mecanizării, modernizării produselor, introducerii de tehnologii moderne, folosirii materialelor noi cu calități tehnice deosebite, cu greutate redusă și care se obțin a un preț de cost scăzut.

Toate întreprinderile noi sînt dotate cu mijloace tehnice la nivelul tehnicii celei mai înalte, asigurînd creșterii substanțiale ale productivității muncii, investiții specifice reduse și cheltuieli de producție cît mai scăzute. Intreprinderile existente se vor dezvolta pînă la capacitatea lor economică maximă, ceea ce va asigura o eficiență ridicată a investițiilor.

Producția anului 1965, care va fi de peste două ori mai mare decît cea a anului 1959, se va realiza în cea mai mare parte pe seama capacităților actuale, abia 18% revenind întreprinderilor noi și 30% reutilării, reconstrucției și dezvoltării întreprinderilor existente.

În lumina acestor prevederi ale Directivelor celui de-al III-lea Congres al Partidului, în fața cadrelor tehnice din țara noastră stă sarcina introducerii permanente în producție a celor mai înalte cuceriri ale științei și tehnicii.

În acest sens, o preocupare de seamă în sectorul electrotehnic o constituie reducerea continuă a gabaritelor și greutăților specifice ale produselor fabricate.

Astfel, prin măsurile adoptate și cele în curs, grupul de sudură de 350 A își reduce greutatea cu peste 200 kg., seria nouă unitară de motoare de la 0,6—100 kW va realiza încă în acest an o reducere a greutății specifice și a gabaritelor de ordinul a 30%, greutatea pe MVA a întreruptoarelor de 15 kV se va reduce cu 20% etc., realizîndu-se în acest mod importante economii de metal.

În același timp se vor îmbunătăți parametrii tehnico-economici de exploatare ai produselor. Numai reducerile de pierderi obținute prin noile tipuri de transformatoare vor reprezenta o diminuare anuală de consum de energie în exploatare echivalentă cu producția de energie a unei centrale electrice importante.

Se va prelungi durata de exploatare la aparatajele de joasă tensiune, la acumulatoare, lămpi electrice cu incandescență.

Vor fi utilizate pe scară tot mai largă materialele moderne. Se va generaliza folosirea conductoarelor emailate și izolate cu fire de sticlă, a materialelor pe bază de mică, cu caracteristici superioare, a țesăturilor pe bază de sticlă. Încă în acest an bobinajul cu izolație de bumbac va fi integral înlocuit cu conductoare emailate cu emailuri sintetice la „Electroprecizie" și în cea mai mare măsură în celelalte întreprinderi. În cel mai scurt timp, clasa de izolație A va fi complet înlocuită cu clasa de izolație superioară.

Se extinde realizarea de cabluri și conductoare cu manta de masă plastică produsă în țară. Se va folosi tot mai mult tabla silicioasă laminată la rece în construcția de transformatoare de forță, iar în radiotehnică feritele magnetice moi cu caracteristici superioare și semiconductoarele.

În ceea ce privește aparatajul de joasă tensiune se va realiza un sortiment larg de elemente complexe tipizate, iar pentru cea de înaltă tensiune

se va extinde producția de celule prefabricate. Tipizarea — cu marile sale avantaje economice — se va extinde și în construcția aparatelor care echipează schemele de comandă ale agregatelor electrice.

Introducerea continuă a tehnicii celei mai înaintate în producție nu poate fi concepută fără o extindere corespunzătoare a cercetării și proiectării. Sub conducerea directă a partidului a fost creat un sistem larg de institute de cercetări fundamentale și de producție, ale căror planuri de activitate își găsesc baza în planul de perspectivă și în planurile de producție adoptate de partid și de stat. Fonduri importante sînt alocate pentru crearea de condiții materiale optime cercetării tehnico-științifice.

Institutele de proiectare profilate pe ramuri de producție au făcut față cu cinste grelelor sarcini ce au stat în fața lor în vederea proiectării noilor capacități de producție, extinderii și modernizării celor existente. Un rol important în această direcție îl îndeplinesc sectoarele de studii, cercetare și proiectare din cadrul uzinelor.

Colaborarea eficientă între cercetare, proiectare și producție în direcția realizării sarcinilor trasate de partid și guvern, constituie un factor important în promovarea continuă a progresului tehnic.

Succesele remarcabile obținute în crearea bazei economice a socialismului în țara noastră, au dus la schimbări corespunzătoare în structura socială a societății, în natura claselor sociale. A crescut ponderea clasei muncitoare în totalul populației, se formează clasa nouă a țărănimii colectiviste, se dezvoltă detașamentul unic al intelectualității noastre, care crește continuu cu generații noi intelectuale provenite din rîndurile oamenilor muncii și ai fiilor acestora.

Aceste transformări sociale se oglindesc din ce în ce mai puternic în conștiința oamenilor muncii, educați în spiritul unui cald patriotism și al internaționalismului proletar, al eticii comuniste.

În lupta continuă și intransigentă cu ideologia burgheză, ideologia socialistă a devenit dominantă în țara noastră.

Educați de partid, oamenii muncii răspund grijii părintești a partidului prin succese tot mai mari în producție, prin dezvoltarea continuă a întrecerii socialiste, prin lupta permanentă pentru produse de cea mai înaltă calitate.

Se dezvoltă larg inițiativa maselor. Aproape 5 milioane de oameni ai muncii au luat parte la discutarea proiectului Directivelor celui de-al III-lea Congres al Partidului și au făcut peste 65 000 propuneri. O atitudine atît de activă față de problemele ridicate de partid este posibilă numai datorită faptului că poporul nostru vede în politica partidului propria sa politică, că desăvîrșirea construcției socialiste în țara noastră a devenit cauza întregului popor.

O manifestare strălucită a noii conștiințe care a luat naștere o constituie depășirea constantă a sarcinilor de plan, deși ritmul creșterii producției în cadrul șesenalului este mai mare decît în cei 6 ani precedenți, iar astăzi un procent de creștere a producției reprezintă valori de cîteva ori mai mari ca în urmă cu zece ani. Depășirea planurilor de producție se realizează concomitent cu creșterea productivității muncii și reducerea prețului de cost. Activitatea de inovare și raționalizare a căpătat caracter de masă și ea constituie un factor de seamă în utilizarea deplină a capacităților de producție existente.

Succesele dobîndite în construcția economică au avut ca rezultat creșterea bunăstării materiale și culturale a poporului. A crescut producția bunurilor alimentare și a produselor industriale.

În întreaga țară se desfășoară o largă activitate social-culturală. Crește numărul școlilor de toate gradele, al creșelor, căminelor, cinematografelor. Literatura politică, beletristică și tehnică se difuzează tot mai amplu. Cultura a devenit un bun al maselor. Zi de zi se materializează spusele lui Lenin *că „numai socialismul va da posibilitatea de a răspîndi larg și de a subordona cu adevărat producția socială și repartiția produselor potrivit unor considerente științifice, care să arate cum să se facă ca viața tuturor oamenilor muncii să fie cît mai ușoară și să le ofere posibilitatea unui trai înstărit".*

Succesele noastre în construcția economică și social-culturală reprezintă succese ale întregului sistem mondial socialist, contribuie la întărirea acestuia, la creșterea puterii lui de atracție pentru oamenii muncii din țările care nu s-au eliberat încă de exploatarea capitalului.

În același timp succesele noastre sînt rezultatul strînsei colaborări și într-ajutorări reciproce cu toate țările socialiste. O importanță deosebită o are sprijinul permanent și tovărășesc pe care ni l-a acordat și ni-l acordă primul și cel mai puternic stat socialist din lume, Uniunea Sovietică. Ajutorul Uniunii Sovietice cuprinde toate domeniile activității tehnico-economice, de la documentația tehnico-științifică la livrarea de mari uzine înzestrate cu tehnica cea mai înaltă.

Întărirea continuă a sistemului socialist în ansamblul său stă la baza tezei de covîrșitoare importanță istorică a Declarației din noiembrie 1960 de la Moscova că „principala trăsătură distinctivă a timpurilor noastre este transformarea sistemului mondial socialist în factorul hotărîtor al dezvoltării societății omenești".

Această realitate a zilelor noastre întărește spiritul de răspundere al fiecărui om al muncii din țările socialiste, față de destinele mișcării muncitorești internaționale, față de sarcinile dezvoltării continue politice, economice și culturale din țările socialiste.

Partidul Muncitoresc Romîn intră în cel de-al cincilea deceniu mai unit ca oricînd. Întregul popor își strînge rîndurile în jurul partidului, deoarece știe din propria sa experiență că aceasta este chezășia sigură a victoriei depline și definitive a socialismului în țara noastră.

Întreprinderea „Electrotehnica" — o creaţie a regimului democrat popular

Alexandru E. Greceanu* — Bucureşti

CZ 621.312 (498.11)

Printre întreprinderile industriei noastre electrotehnice se numără şi întreprinderea „Electrotehnica" care la 15 februarie 1961 a împlinit 10 ani de activitate. Creată în perioada elaborării planului de electrificare, întreprinderea „Electrotehnica" a fost prezentă prin realizările sale la rezolvarea celor mai diverse probleme puse de ritmul impetuos al industrializării ţării.

Pînă în anul 1955, cînd s-a desfăşurat prima fază a profilării întreprinderilor electrotehnice, sortimentul şi gabaritul produselor întreprinderii „Electrotehnica" a îmbrăcat cele mai variate forme, criteriul unic al asimilării fiind satisfacerea în minimum de timp a produselor solicitate de obiectivele importante în construcţie.

Pe această linie s-au situat transformatoarele de forţă de 3 500 kVA pentru echiparea staţiilor de transformare din regiunea carboniferă Valea Jiului (1949—1950); motoarele asincrone de 1 000 kW, 6 000 V, 3 000 rot/min pentru antrenarea turbosuflantelor la furnalele de la Calan şi Hunedoara (1950—1952); grupurile electrogene de 19 kVA destinate electrificărilor rurale şi alimentării şantierelor dislocate (1949—1954); transformatoarele de forţă de 2 500 şi 1 600 kVA pentru echiparea staţiilor de transformare din regiunea minieră Baia Mare şi regiunea petroliferă Tîrgovişte (1950—1953); motoarele asincrone de 22, 30, 105 şi 130 kW pentru industria petroliferă şi pentru pompele de alimentare a cazanelor de abur (1948—1955).

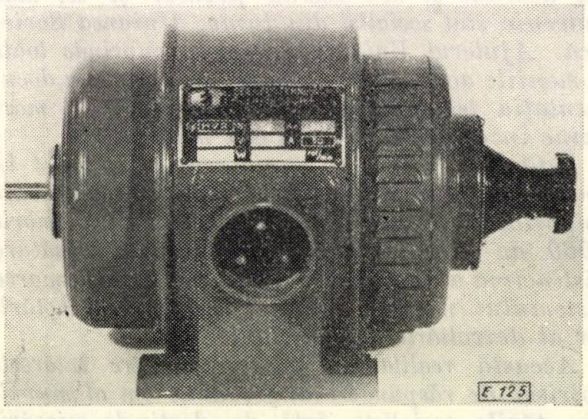


Fig. 1. Motor monofazat cu repulsie 40 W cu turaţie reglabilă în limitele 500—3 500 rot/min.

La aceasta s-a mai adăugat în perioada respectivă şi activitatea unui puternic sector de instalaţii care a contribuit la reutilarea întreprinderilor industriei uşoare.

Începînd din anul 1955 întreprinderea se reprofilează pe fabricaţie de aparatură de comandă, protecţie şi semnalizare, aparatură electromedicală, transformatoare de sudură, transformatoare de forţă pînă la 250 kVA şi

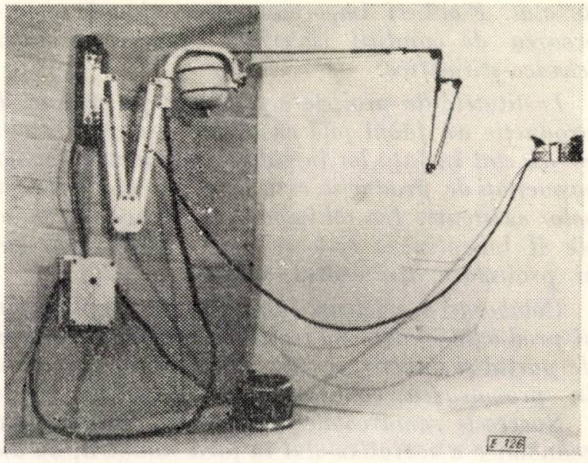


Fig. 2. Tur dentar de perete TD-1.

22 kV, tablouri de comandă şi utilaje speciale de serie mică.

Este de remarcat faptul că numai în ultimii patru ani întreprinderea a produs mii de transformatoare, care sînt apreciate şi peste hotare.

În dorinţa de a contribui în mod cît mai substanţial la dezvoltarea bazei materiale pentru cercetările ştiinţifice, în întreprinderea noastră s-au executat o serie de prototipuri destinate diverselor institute ale Academiei R.P.R.

În această activitate s-au format cadre şi s-a cîştigat experienţă, iar aniversarea a 40 de ani de la crearea Partidului Comunist din Romînia găseşte colectivul întreprinderii noastre în rîndul întreprinderilor preocupate de ridicarea performanţelor produselor la nivelul celor mai reuşite fabricate ale ţărilor cu tehnică avansată. De pe acum în domeniul transformatoarelor s-au obţinut rezultate promiţătoare, iar recentele scrisori de apreciere a calităţii produselor noastre primite din partea beneficiarilor noştri externi reprezintă un stimulent şi o garanţie.

În programul de activitate tehnică al întreprinderii s-au înscris pe anul în curs o serie de probleme a căror realizare va constitui un salt calitativ important pentru tehnicitatea întreprinderii.

* Ing. A. E. Greceanu este inginer şef la întreprinderea „Electrotehnica" — Bucureşti.

Printre acestea enumerăm: crearea laboratorului de încercări climatice ale produselor, laboratorul de echilibrări dinamice dotat cu derea, dotarea şi mărirea capacităţii de producţie a sculăriei în scopul mecanizării cît mai mari a procesului de producţie.

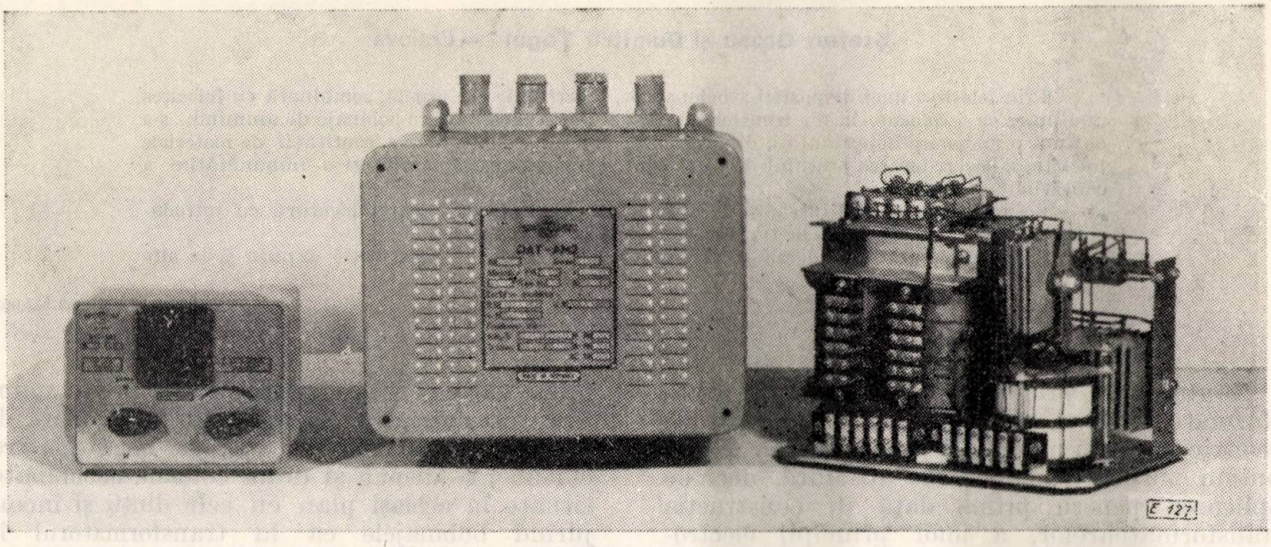


Fig. 3. Regulator automat de tensiune RAT-AM-2, cu amplificator magnetic pentru grupuri electrogene.

toate utilajele necesare echilibrării rotoarelor de la 0,05—30 kg, secţia prototip de acoperiri

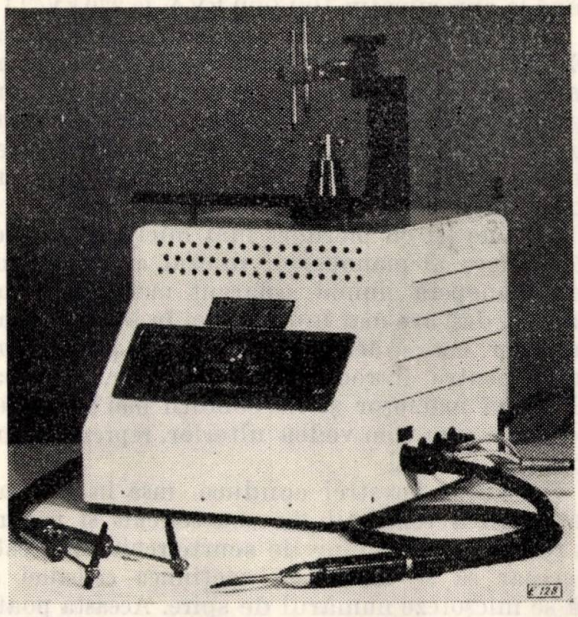


Fig. 4. Aparat de turnat şi sudat vipla.

galvanice destinată a intra ulterior în producţie de serie pentru dotarea altor întreprinderi, extin-

În cursul anului 1960, întreprinderea şi-a mutat sediul într-un local cu hale spaţioase, luminate fluorescent şi încălzite cu radiaţii infraroşii, local care asigură condiţii optime pentru desfăşurarea procesului tehnologic.

Creşterea şi formarea cadrelor tehnice reprezintă unul din obiectivele principale. O serie de muncitori şi tehnicieni fruntaşi au fost scoşi din producţie şi trimişi să urmeze cursurile Institutului politehnic ca bursieri ai întreprinderii. În cadrul întreprinderii s-a organizat un curs de minim tehnic pentru ridicarea calificării tinerilor muncitori, iar tehnicienii şi inginerii ce prezintă aplicaţii în munca de concepţie sînt şcolarizaţi special în acest scop. Perfecţionarea inginerilor proiectanţi se face în cadrul cursurilor speciale la care sînt afiliate mai multe întreprinderi.

Se poate afirma — fără a comite o eroare — că întregul colelctiv învaţă ca să fie în situaţia de a face faţă în mod cît mai competent sarcinilor actuale şi celor de viitor.

Aceste condiţii de muncă şi aceste realizări nu ar fi putut fi posibile niciodată fără enorma muncă politică şi organizatorică desfăşurată de Partidul Comunist din Romînia în cei 40 de ani de activitate, fără sacrificiul eroilor clasei muncitoare, care au purtat de-a lungul anilor stindardul de luptă al proletariatului, păzind cu curaj puritatea învăţăturii marxist-leniniste.

Principii noi de proiectare şi construcţie la transformatoarele de mare putere fabricate în R.P.R.

Ştefan Grosu şi Dumitru Ţogui * — Craiova

Prin folosirea unei dispoziţii a bobinajelor, diferită de cea uzuală, combinată cu folosirea unui miez cu 5 coloane, la un transformator de 20 MVA 35/6,3 kV cu bobinaje de aluminiu, s-a obţinut o micşorare importantă a dimensiunilor acestuia, o micşorare a cantităţii de materiale folosite, şi deci reducerea preţului de cost. Din construcţia nouă rezultă şi o îmbunătăţire a calităţii.

Se analizează posibilitatea, şi se arată unele rezultate de calcul în legătură cu introducerea principiilor arătate şi la transformatoarele cu 3 înfăşurări.

Se preconizează extinderea principiilor de proiectare şi construcţie expuse şi la alte tipuri de transformatoare.

CZ. 621.314.2.001.2:621.312.002.2

I

Noutatea în proiectare şi construcţia transformatoarelor, ca şi de altfel la toate maşinile electrice, poate avea diferite aspecte. Astfel, putem vorbi : de o noutate absolută, deci de aplicarea pentru prima dată în construcţia transformatoarelor, a unor principii electrotehnice cunoscute. Tot noutate poate fi considerată combinarea într-un anumit mod, avantajos, a unor principii de proiectare şi construcţie a transformatoarelor, fiecare în parte cunoscute, dar nefolosite în ansamblu. Noutate se poate considera de asemenea, folosirea în mod avantajos, a unor principii cunoscute, dar nefolosite la transformatoarele uzuale, tocmai pentru motivul că tehnica existentă consideră aplicarea lor dezavantajoasă şi justificată numai în anumite condiţii forţate.

Este vorba deci în ultimele două cazuri, de o schimbare mai mult sau mai puţin radicală, a arhitecturii construcţiei.

În cele ce urmează, vom arăta cum folosind o combinare neîntîlnită în tehnica mondială, a unor principii, fiecare în parte cunoscute, sau introducînd la transformatoare normale, de mare putere, soluţii care se considerau neeconomice, şi se foloseau numai la construcţii speciale, s-au obţinut transformatoare mai economice, cu performanţe şi de calitate superioare celor construite în ţară şi străinătate, pe baze clasice.

În principiu, schema ideilor care stau la baza acestor noi construcţii, este următoarea :

Miezul cu 5 coloane pentru transformatoarele trifazate este un miez considerat dezavantajos din punct de vedere economic (material şi manoperă mai multă, pierderi mai mari) în comparaţie cu miezul cu 3 coloane. Folosirea miezului cu 5 coloane, este considerată în general, ca o necesitate impusă de micşorarea gabaritului, şi deci se foloseşte numai la transformatoarele de puteri foarte mari. Astfel, într-o carte clasică de maşini electrice se spune „La transformatoarele trifazate foarte mari, de la circa 50 000 kVA în sus, pe lîngă cele trei coloane, se dispun şi două coloane nebobinate, situate în acelaşi plan cu cele dintîi şi înconjurînd bobinajele ca la transformatorul în manta. Prin aceasta se poate micşora secţiunea jugului şi anume la aproximativ 0,6 din cea a transformatorului trifazat normal, obţinîndu-se astfel o micşorare a înălţimii transformatorului. În acest caz pe căile ferate pot fi transportate, gata montate, transformatoare pînă la aproximativ 100 000 kVA, la 220 kV" [1].

În realitate, lucrurile nu stau întocmai aşa. Există o înălţime critică a ferestrei, pentru un miez, avînd coloane de secţiune dată, la care miezul cu 5 coloane necesită aceeaşi cantitate de tablă, ca şi miezul cu 3 coloane. Micşorarea ferestrei sub această înălţime, conduce la un miez cu 5 coloane, mai uşor decît miezul cu 3 coloane (şi cu pierderi mai mici). Din punct de vedere al manoperei, miezul cu 5 coloane are manoperă numai aparent mai mare, deoarece, deşi are mai multe tole, în schimb jugul superior, care se despachetează după prima montare, pentru introducerea bobinelor, se împachetează mai uşor şi în condiţii mai bune ceea ce, după cum vom vedea ulterior, reprezintă un avantaj esenţial.

Scurtarea ferestrei conduce însă în general, la mărirea tensiunii de scurtcircuit şi pentru a reveni la o tensiune de scurtcircuit dată, este necesar să se mărească secţiunea coloanei şi să se micşoreze numărul de spire. Aceasta poate duce însă de multe ori la o construcţie neeconomică.

Pentru evitarea acestui neajuns s-a trecut la bobinajul biconcentric, conform schemei din figura 1 unde unul din bobinaje, cel primar, de tensiune mai înaltă, a fost împărţit în două părţi neegale, cea mai mare fiind la interior, pe miez, iar cea mai mică, conţinînd şi reglajul, la exterior. Între cilindrul interior şi cel exterior s-a introdus bobinajul de joasă tensiune. Bobinajul biconcentric în sine

* *St. Grosu* este inginer proiectant la fabrica de transformatoare, iar ing. *D. Ţogui* este şeful serviciului tehnic la aceeaşi fabrică de la uzinele Electroputere — Craiova.

este de asemenea considerat neeconomic. El se aplică atunci cînd este impusă o tensiune de scurtcircuit, anormal de mică.

Atît miezul cu 5 coloane, cît şi bobinajul biconcentric sînt cunoscute, dar combinarea acestora, a bobinajului biconcentric (cu bobinajul de înaltă tensiune, împărţit în două părţi neegale, plasate una la interior, iar cealaltă, cu reglajul la exterior) cu miezul la 5 coloane, la puteri de ordinul 20 MVA, cum este transformatorul la care am aplicat pentru prima dată principiile expuse, combinare care se face nu din motive de gabarit, ci în scopul obţinerii unei construcţii mai economice, cu performanţe mai bune, de calitate superioară, reprezintă o noutate tehnică.

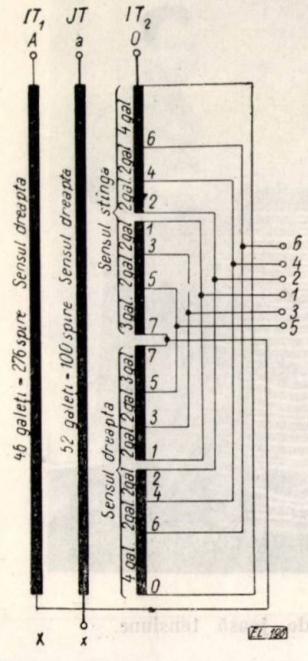


Fig. 1. Schema aşezării bobinajelor pe o fază, la transformatorul de 20 MVA 35/6,3 kV:
IT_1 — partea interioară a bobinajului de înaltă tensiune; IT_2 — partea exterioară a bobinajului de înaltă tensiune.; JT — bobinajul de joasă tensiune.

II

Deşi aspectul cantitativ al acestei probleme ar putea fi analizat mai amănunţit, stabilindu-se eventual cîteva criterii generale de calcul, totuşi pentru moment ne vom mulţumi să dăm rezultatele obţinute pe baza principiilor expuse, într-un caz concret, anume la un transformator avînd caracteristicile :

Putere: 20 MVA
Tensiunea primară: $35 \pm 2{,}5\% \pm 5\%$ kV
Tensiunea secundară: 6,3 kV
Tensiunea de scurtcircuit: 9%
Grupa de conexiuni: $Y_0\ d_{11}$

Răcire prin circulaţie naturală a uleiului şi cu ventilatoare exterioare.

În tabela 1 sînt date performaţele transformatorului nou, avînd bobinaje de aluminiu în comparaţie cu ale unui transformator străin, de construcţie modernă, cu aceleaşi caracteristici electrice, şi avînd aceleaşi materiale electrotehnice de bază : tolă silicioasă cu pierderi specifice : la 10 kG 1 W/kg, conductoare de aluminiu, izolate cu hîrtie, ulei de transformator cu aproximativ aceleaşi caracteristici. Pe ultima linie a tabelei se găsesc performanţele unui transformator cu caracteristici asemănătoare, construit recent la Electroputere, pe principii de construcţie clasică, şi avînd bobinaje de cupru. Unele date privind acest transformator au fost raportate la aceeaşi situaţie, prin calcule, spre a face comparaţia cu cel nou, mai uşoară. Totuşi lipsa de identitate face comparaţia mai puţin sigură decît cea dintre transformatorul nou Electroputere şi cel străin.

Din această tabelă reiese că transformatorul nou Electroputere are pierderi sensibil mai mici este mai uşor şi are ulei mai puţin.

Pentru greutatea tablei silicioase şi a conductoarelor de aluminiu nu am avut elemente de comparaţie, dar comparînd greutăţile decuvabile putem admite, ca şi în această privinţă, că transformatorul Electroputere este mai avantajos.

Tot din tabelă reiese că transformatorul nou Electroputere, are pierderi (gol + scurt-circuit) mai mici, este mai uşor şi mai economic decît transformatorul Electroputere, construit pe baze clasice, ceea ce este cu atît mai important, cu cît primul are bobinaje din aluminiu.

Trebuie arătat că la transformatorul Electroputere nou, fereastra este foarte scurtă şi relativ lată : 1 160 mm lungime şi 530 mm lăţime. Înălţimea netă a cuvei este de 2 000 mm ceea ce este foarte puţin pentru un transformator de această putere.

În general economicitatea construcţiei se explică pe scurt, prin aceea, că pe de o parte folosind o fereastră mai scurtă, se obţine un factor de utilizare a acestuia mai ridicat, şi o

Tabela 1

	P_{MVA}	U_1 (kV)	U_2 (kV)	Reglaj %	U_k %	P_0 (kV)	P_k (kW)	Greut. miez (t)	Greut. conduct (t)	Greut. ulei (t)	Greut. decuvabilă (t)	Greut. totală (t)	Observaţii
Transformator nou	20	35	6,3	±2,5 ±5	9	30	160	11,850	1,750	8,5	17,5	34	Bobinaj de aluminiu
Transformator străin	20	35	6,3	±2,5 ±5	11	36	175	—	—	12	19	39	Bobinaj de aluminiu
Transformator Electroputere clasic	20	35	6,3	±2,5 ±5	8	36	150	12,65	3,5	9,7	20	39	Bobinaj de cupru

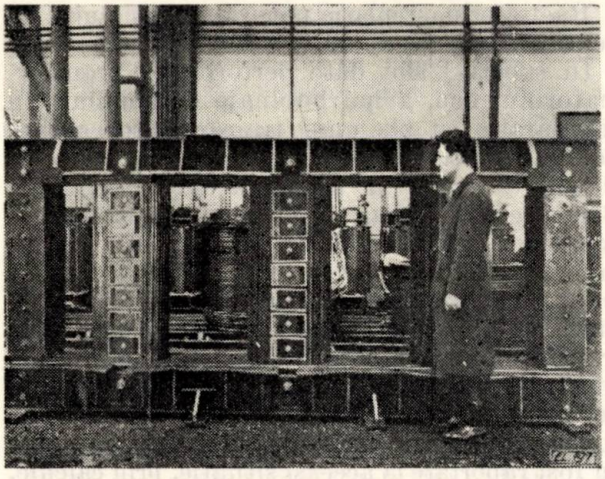


Fig. 2. Miezul transformatorului de 20 MVA 35/6,3 kV.

micşorare a greutăţii miezului, iar pe de altă parte, prin utilizarea bobinajului biconcentric, alegerea diametrului coloanei nu mai este legată într-o măsură atît de strînsă de valoarea tensiunii de scurtcircuit ca la construcţiile uzuale.

În această construcţie au mai apărut şi alte avantaje. Astfel o problemă importantă la miezurile transformatoarelor mari este asigurarea împotriva arderii miezului în general, şi a jugului în special. Folosirea unui miez cu 5 coloane micşorează acest pericol, pentru ca pe de o parte reîmpachetarea jugului superior, făcîndu-se mai uşor din cauza tolelor mai înguste, nu se strică izolaţia, şi pe de altă parte, jugurile se divizează, obţinîndu-se secţiuni mai mici.

Eforturile de scurtcircuit la bobinajele biconcentrice rezultă în general mai mici. În cazul de faţă alegîndu-se şi o aşezare judicioasă a bobinelor de reglaj pe cilindrul exterior s-au obţinut forţe axiale maxime de scurtcircuit destul de mici (sub 10 t) ceea ce pentru un bobinaj de aluminiu este esenţial.

Rezultă deci că pe lîngă avantajele în legătură cu reducerea preţului de cost, rezultă şi o importantă îmbunătăţire a calităţii. Importanţa îmbunătăţirii calităţii, specifică transformatoarelor, şi măsurile luate în această privinţă în unele cazuri au fost analizate în diferite articole publicate în revista „Electrotehnica" [2] şi [3].

Înălţimea redusă a transformatorului, conducînd la o cuvă scurtă, s-a putut obţine la o aceeaşi rezistenţă mecanică o construcţie cu tabla mai subţire şi deci mai uşoară.

La probele de omologare şi de control efectuat cu acest transformator, s-au obţinut rezultate bune (la cele 3 bucăţi care formează seria O, neînregistrîndu-se nici un incident intermediar în cursul fabricaţiei. Transformatoarele corespund STAS-ului 1703—60 şi normelor VDE (ceea ce face mai concludentă comparaţia cu transformatoarele străine).

În figura 2 este dată o fotografie a miezului. În figurile 3, 4, 5 sînt arătate cele 3 bobinaje.

Fig. 3. Bobinajul de joasă tensiune.

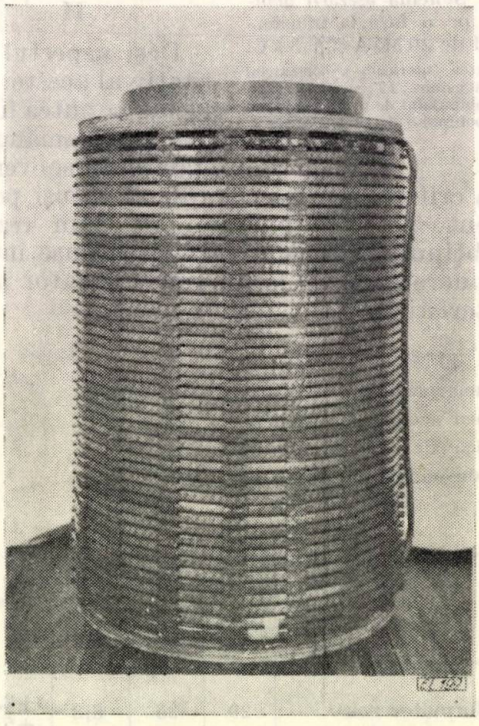


Fig. 4. Partea interioară a bobinajului de înaltă tensiune.

Se remarcă ca ordin de mărime dimensiunile reduse ale acestora. Toate cele 3 bobinaje au aceeaşi înălţime. În figura 6 se arată miezul cu bobinajele şi comutatorul montate.

În figura 7 este arătat transformatorul pe platforma de încercări. Se remarcă din această fotografie că radiatoarele sînt grupate în baterii.

Trebuie arătat că noile construcții nu ridică probleme tehnologice noi. Bobinajele

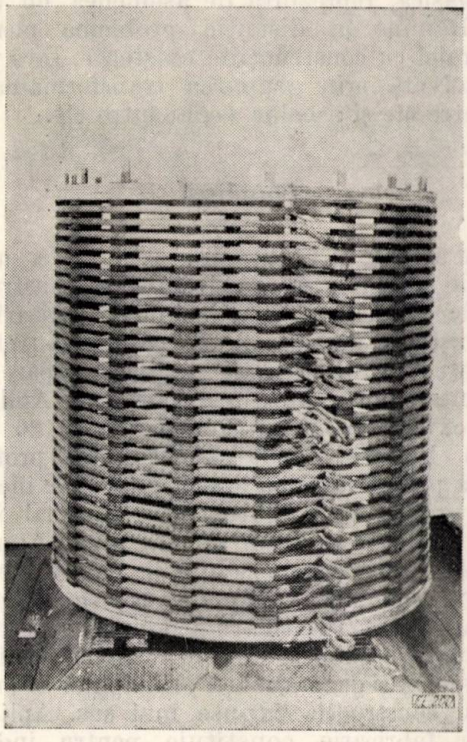


Fig. 5. Partea exterioară a bobinajului de înaltă tensiune.

folosite sînt bobinaje de tip continuu, care sînt bine asimilate, peste tot. Legăturile la comutator fiind toate la exterior, la aceste bobinaje

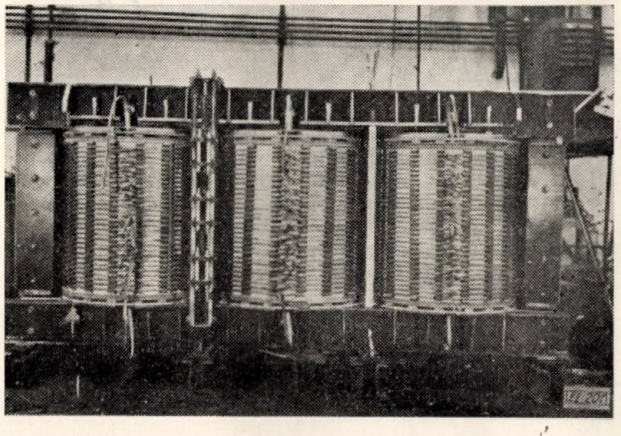


Fig. 6. Faza intermediară în construcția transformatorului de 20 MVA 35/6,5 kV — miezul cu bobinele, și comutatorul montate.

nu au existat legături interioare. Celelalte elemente de construcție sînt de asemenea, din punct de vedere tehnologic, asimilate și nu ridică probleme.

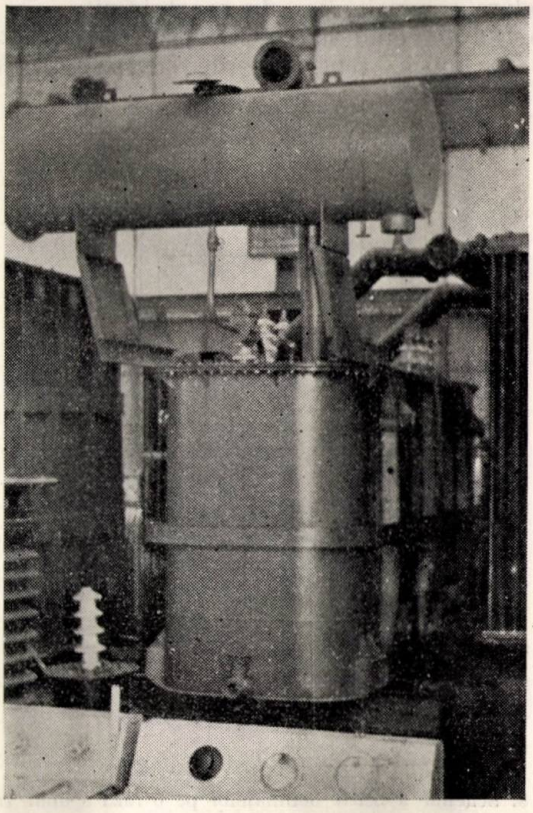


Fig. 7. Transformatorul de 20 MVA 35/6,3 kV pe standul de probe.

III

Aceleași principii de proiectare și construcție pot fi folosite și la transformatoarele cu 3 înfășurări. În cazul acesta se poate face dispunerea bobinajelor și a reglajului, conform schemei din figura 8.

Bobinajele cu trei înfășurări se folosesc la noi în țară, cel mai frecvent, la transformatoarele care au tensiunea înaltă la 110 kV. Așezarea bobinajului de înaltă tensiune pe miez aduce în principiu dezavantajul unei suplimentări de izolație. Acest dezavantaj este mai mic cînd tensiunea înaltă este mică, sau la o tensiune dată, cînd puterea crește. Alegîndu-se pentru calcule preliminare un transformator de 20 MVA 110/38,5/6,6 kV cu reglaj sub sarcină $\pm 9 \times 1{,}25\,\%$ s-a ajuns la concluzia că față de construcția de tip clasic, se poate face o reducere a miezului magnetic cu mai mult de 10% și cu o reducere de circa 5% a pierderilor față de construcțiile obișnuite.

De asemenea, construcția devine mai avantajoasă în ceea ce privește greutatea uleiului, a cuvei și a gabaritului.

La transformatorul cu 3 înfășurări mai apare însă un alt element nou și anume; cele

3 tensiuni de scurtcircuit se schimbă, în sensul că cele mari devin mai mici, iar cele mici devin mai mari. Se produce deci o tendință de nivelare a tensiunilor de scurtcircuit.

Astfel pe cînd la construcția Electroputere de tip clasic, tensiunile de scurtcircuit sînt

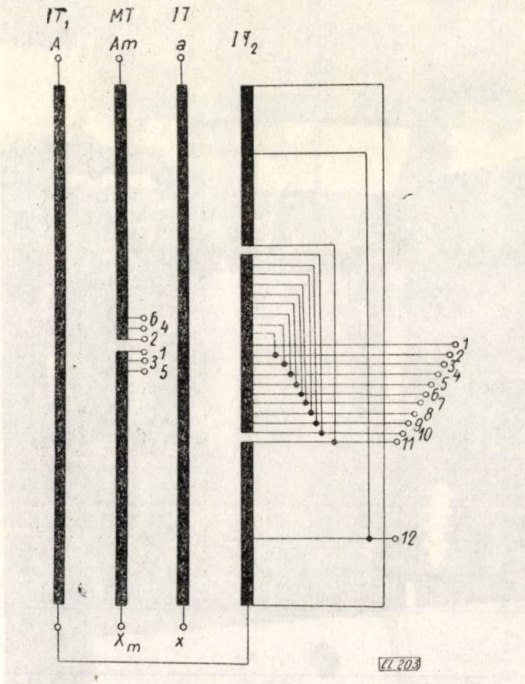


Fig. 8. Schema așezării bobinajelor pe o fază a unui transformator cu 3 înfășurări:

IT_1 — partea interioară a bobinajului de înaltă tensiune; IT_2 partea exterioară a bobinajului de joasă tensiune; MT — bobinajul de medie tensiune; JT. — bobinajul de joasă tensiune.

$IT - JT = 17\%$, $IT - MT = 10{,}5$, $MT - JT = 6\%$. La noua construcție, conform unui calcul preliminar, rezultă aproximativ următoarele tensiuni de scurtcircuit: $IT - JT = 14\%$, $IT - MT = 8\%$, $MT - JT = 11\%$. Între anumite limite acestea mai pot fi modificate.

Tensiunile de scurtcircuit, de la construcția clasică, rezultă în primul rînd din cauza așezării bobinajelor și din necesitatea obținerii pentru această așezare, a unei construcții raționale. Considerăm că se pot obține în noua construcție tensiuni de scurtcircuit mai avantajoase, și aceasta din următoarele motive: eforturile maxime de scurtcircuit, la un transformator sînt determinate de tensiunea de scurtcircuit cea mai mică. Deci aceste eforturi vor scădea față de construcția clasică. Pe de altă parte tensiunile de scurtcircuit prea mari introduc putere reactivă inutilă în rețea și din acest punct de vedere, scăderea tensiunii de scurtcircuit, cea mai mare, la construcția nouă față de cea clasică, reprezintă de asemenea un avantaj. Rămîne în discuție problema mersului în paralel cu construcțiile existente, care poate fi rezolvată prin gruparea transformatoarelor noi între ele și a celor vechi între ele.

Concluzii

Cele arătate aici reprezintă expunerea sumară a unor principii de proiectare și construcție care deocamdată sînt la începutul aplicării lor.

Totuși din rezultatele de calcul, sau efectiv obținute, cu construcții realizate apare clar existența unor avantaje importante. Aplicarea celor expuse la transformatoarele de 20 MVA 35/6,3 kV, s-a făcut direct (fără prototip) fără ca prin aceasta să apară greutățile inerente unui produs nou. Totuși este normal să se poată obține rezultate și mai bune. Avînd în vedere importanța deosebită pe care o prezintă pentru economia națională transformatoarele de mare putere, fabricate atît pentru uz intern, cît și pentru export, devine evidentă utilitatea introducerii și generalizării principiilor de proiectare și construcție expuse mai sus. Aplicarea lor în fabricație constituie pentru industia noastră electrotehnică un pas important pe linia reducerii prețului de cost și a cheltuielilor de exploatare a produselor. În același timp aplicarea lor conduce și la o îmbunătățire esențială a calității transformatoarelor, constituind prin aceasta una din contribuțiile importante pe care uzina Electroputere le aduce la realizarea sarcinilor trasate de partid și guvern.

Bibliografie

[1]. *R. Richter*: Mașini electrice. Vol. 3. Transformatoare, pag. 34, Editura Tehnică — București 1960.

[2.] *A. Avramescu*: Principiile tehnico-economice ale construcției echipamentului de foarte înaltă tensiune. Electrotehnica **8** (1960) 1, 2—11

[3.] *St. Grosu*: Realizări în construcția transformatoarelor la uzina Electroputere. Electrotehnica **7** (1959) 11, 381—387.

Calculul dimensiunilor solzilor de micanită în fabricația conurilor izolante pentru colectoarele mașinilor electrice rotative

Alexandru Cotta* — București

În exploatarea de durată a mașinilor electrice de curent continuu o mare importanță o are colectorul. Buna funcționare a acestuia poate fi asigurată prin folosirea unei tehnologii juste în fabricația pieselor componente, dintre care conurile izolante au un rol hotărîtor.

Cunoașterea elementelor de care depind calitățile acestora și calcularea lor precisă formează obiectul articolului de față.

CZ 621.313.2.047.24

1. Considerații generale

Conurile izolante pentru colectoarele mașinilor electrice rotative au o foarte mare importanță la asamblarea și în funcționarea de lungă durată a colectorului. Ele servesc pentru izolarea coroanei de cupru a colectorului de restul pieselor de strîngere și trebuie să suporte presiunea mare transmisă asupra lor de către inelele conice de oțel [3].

Principalele condiții pe care trebuie să le satisfacă conurile izolante pentru colectoare sînt: compactitate mare, grosime uniformă pe toată suprafața lor, coeficient de comprimare cît mai mic, rezistență mare la pătrunderea umezelii, păstrarea proprietăților mecanice și electroizolante în condițiile temperaturii de funcționare a colectorului [1].

Materialul de bază din care se fabrică conurile izolante este micanita de formare, flexibilă, elaborată în formă de coli, cu diferiți lianți, ca șelac, lac gliptalic etc. [2]. În mod obișnuit, conurile se fabrică prin metoda suprapunerii mai multor plăcuțe de micanită care se mai numesc și solzi elementari, tăiate la forma și dimensiunile corespunzătoare.

Pentru ca să îndeplinească conurile izolante condițiile enumerate mai sus și în special pentru realizarea unui material compact, în mod perfect omogen, pe fiecare centimetru de suprafață este necesară aplicarea unor regimuri adecvate de presare și coacere, și alegerea cît mai corectă a solzilor elementari care formează conul, precum și plasarea lor într-un mod convenabil.

Forma și dimensiunile geometrice ale solzilor pot rezulta din mai multe încercări experimentale, care au dezavantajul că se fac de cele mai multe ori cu pierdere de material, deoarece conurile rezultate nu reușesc de prima dată, fie din cauză că nu au grosimea necesară și uniformă, fie că nu se obține o lipire suficientă pe întreaga periferie a conului. Ar fi foarte util să avem posibilitatea să determinăm prin calcul forma și dimensiunile solzilor elementari, pentru că numai în felul acesta avem siguranța că este corespunzător conul realizat. În literatura curentă nu se găsesc date practice asupra soluționării acestei probleme.

În articolul de față se dă metoda practică și rapidă de calcul pentru dimensionarea solzilor elementari de micanită, prin aplicarea căreia se pot obține importante economii de micanită în fabricarea conurilor izolante. Tatonările pentru determinarea acestor dimensiuni pe cale experimentală nemaifiind necesare se obține și o economie de timp. Calculul a fost aplicat și verificat pe diferite tipuri de conuri pentru mașinile de curent continuu, fabricate în întreprinderea „Klement Gottwald". Rezultatele obținute în urma verificărilor au fost din cele mai bune.

2. Dimensionarea solzilor

În figura 1, *a* se dau trei tipuri de conuri izolante care au o utilizare mai frecventă. Pentru fabricarea acestora, solzii care se așază paralel cu generatoarele conului, suprapuși la un pas bine stabilit, trebuie să aibă un contur precis în așa fel, ca după mularea lor în matriță, conul rezultat să fie uniform în grosime, atît în lungul generatoarei lui cît și pe circumferință. În figura 1, *b* se dau solzii cu forma corespunzătoare conurilor respective, ale căror dimensiuni se calculează conform celor de mai jos:

Elementele necesare pentru a fi calculate sînt următoarele:

a) înălțimile parțiale h_1, h_2... și înălțimea totală h a solzilor (fig. 3);

b) lățimile solzilor a_1, a_2... corespunzătoare diferitelor nivele h_1 și h_2...;

c) numărul total de solzi N necesari pentru un con;

d) pasul p de așezare a solzilor pe bandă desfășurată;

e) consumul specific de micanită: suprafața și greutatea solzilor necesari pentru un con.

a) *Înălțimile parțiale și înălțimea totală a solzilor.* Considerăm conul din figura 2 la care trebuie să calculăm toate elementele. În calcul nu se ține seama de razele de racordare ale

* *Al. Cotta* este inginer tehnolog la fabrica „Klement Gottwald" — București.

suprafețelor conice, practic constatîndu-se că acestea pot fi asimilate cu linii drepte. Înălțimile parțiale ale solzilor sînt egale cu lungimile generatoarei conului pe porțiunea considerată.

atunci cînd ambele laturi ale solzilor coincid cu generatoarele conului.

În această situație proiecțiile laturilor solzilor pe planul de bază al conului sînt niște drepte

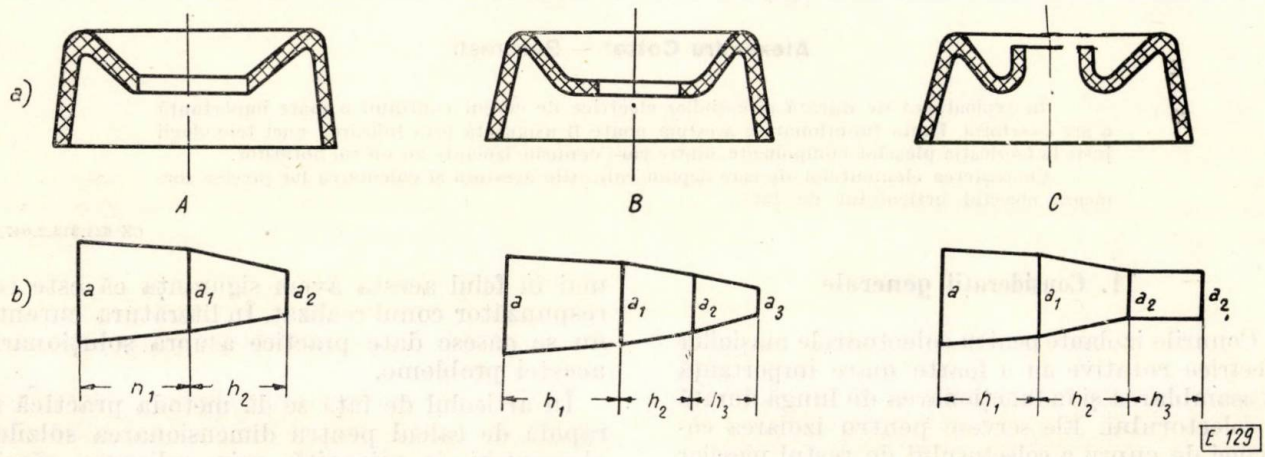


Fig. 1 *a*, *b*. Diferite tipuri de conuri izolante și forma solzilor corespunzătoare.

Înălțimea totală h se obține însumînd înălțimile parțiale astfel :

$$h = AB + BC + CD + DE;$$

pentru notațiile din figura 2 avem :

$$h = \frac{H}{\sin\alpha} + \frac{1}{2}\cdot(d_1 - d_2) + \frac{1}{2}\cdot\frac{(d_2 - d_3)}{\sin\beta} + \\ + \frac{1}{2}(d_3 - d_4)\,. \qquad (1)$$

La înălțimea h calculată cu formula (1) se adaugă un surplus $2\Delta h = 4-8$ mm necesar pentru prelucrarea marginilor conului după scoaterea lui din matrița de formare.

b) *Lățimile solzilor*. Lățimile solzilor rezultă din condiția obținerii unei grosimi uniforme a conului în toate punctele sale, ceea ce necesită

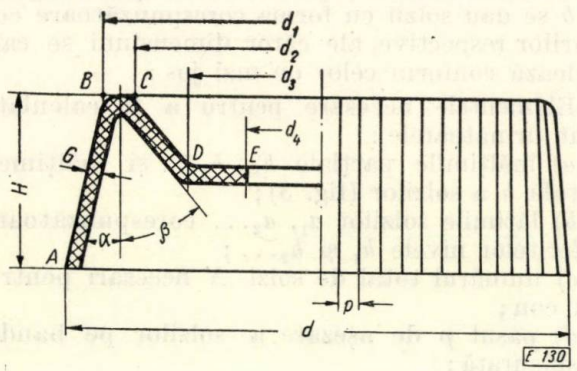


Fig. 2. Elemente de calcul ale înălțimii solzilor.

un contur anumit al solzilor, în așa fel ca să nu se întrepătrundă în mod dezordonat, atunci cînd se îndoaie după conturul matriței de formare. Această condiție este perfect satisfăcută

concurente într-un punct, care este chiar centrul conului. Numărul acestor drepte coincide cu numărul solzilor necesari pentru un con. În acest caz există următoarea relație de proporționalitate între diametrele conului și lățimile solzilor considerate drept coarde :

$$\frac{a}{d} = \frac{a_1}{d_1} = \frac{a_2}{d_2} = \frac{a_3}{d_3} = \frac{a_4}{d_4} = \ldots \frac{a_k}{d_k} = \text{constant}, \qquad (2)$$

în care :

$a_1, a_2, \ldots d_1, d_2 \ldots$ sînt mărimile notate în figura 2 și figura 3, iar a_k lățimea oarecare corespunzătoare unui diametru d_k al conului.

Din încercările experimentale repetate efectuate de noi pe diferite conuri a rezultat că dacă raportul a/d este cuprins între limitele 0,2—0,25, atunci se obțin conuri bine lipite. Dacă acest raport se ia mai mare, atunci solzii fiind prea lați nu se mulează bine în matriță la partea unde se curbează mult, și există pericolul fisurării ; dacă raporul se alege prea mic, atunci solzii vor fi prea înguști și nu se lipesc suficient de bine. Practic, acest raport se alege egal cu 0,22, așadar lățimile corespunzătoare diferitelor nivele h_1, h_2,... se calculează din relațiile :

$$a = 0{,}22\,d\,; \quad a_1 = 0{,}22\,d_1\,; \quad a_2 = 0{,}22\,d_2\,; \\ a_3 = 0{,}22\,d_3\,; \; a_4 = 0{,}22\,d_4. \qquad (3)$$

Între nivele (fig. 3) lățimile solzilor se îngustează uniform, deoarece și diametrele corespunzătoare descresc în mod uniform, așa că întregul contur al solzilor se obține prin unirea extremităților laturilor calculate.

În figura 4 se dă o metodă grafică practică pentru aflarea rapidă a lățimilor solzilor cînd se cunoaște profilul secțiunii conului și lățimea

solzilor la bază. Linia îngroşată din figura 4, *a* reprezintă profilul secţiunii unui con ca cel din figura 1, *C*. La baza construcţiei grafice stă aceeaşi condiţie, şi anume că laturile solzilor trebuie să coincidă cu generatoarele conului. Înălţimile h_1, h_2, h_3... se obţin ca segmente egale cu lungimile generatoarei conului pe porţiunile drepte. În figura 4, *b* avem :

$$h_1 = A'B' = AB;$$
$$h_2 = B'C' = BC;$$
$$h_3 = C'D' = CD;$$
$$h_4 = D'E' = DE \text{ şi}$$
$$h_5 = E'F' = EF. \quad (4)$$

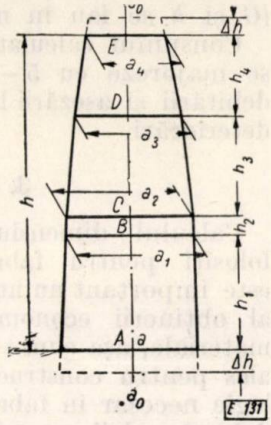


Fig. 3. Forma şi dimensiunile solzilor pentru conul din figura 2.

Lăţimea solzilor de bază calculată din relaţia (3), $a = 0{,}22\ d$, se aşază simetric şi perpendicular pe axa solzului, figura 4, *b*.

Se prelungesc generatoarele conului *AB*, *BC*, *CD*, *DE*, pînă cînd întretaie axa lui. Se

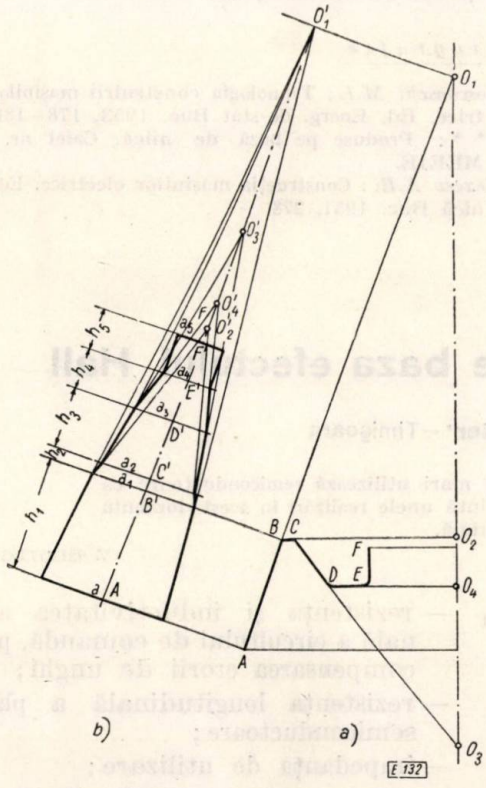


Fig. 4 Determinarea dimensiunilor solzului prin metoda grafică :
a – profilul secţiunii printr-un con ; b – forma solzului rezultată din construcţia grafică.

găsesc punctele O_1, O_2, O_3 şi O_4, care se aşază pe axa solzului $A'O_1'$ în aşa fel încît $AO_1 = A'O_1'$; $BO_2 = B'O_2'$; $CO_3 = C'O_3'$ şi $DO_4 = D'O_4'$. Apoi se unesc capetele segmentului *a* de la baza solzului cu centrul O_1'. Segmentul de dreaptă cuprins între cele două drepte la nivelul h_1 este tocmai lăţimea solzului a_1, la nivelul h_1. În mod asemănător se uneşte centrul O_2' cu capetele segmentului a_1 şi se obţine lăţimea a_2 la nivelul h_2 şi aşa mai departe se află lăţimile a_3 şi a_4. Lăţimea a_5 este egală cu a_4 deoarece conul este cilindric pe porţiunea $h_5 = EF$. Forma solzului astfel aflată, asigură uniformitatea conului în grosime şi o lipire bună.

c) Numărul total de solzi necesari pentru un con. În figura 4 se arată modul de aşezare a solzilor pe o bandă care se înfăşoară pe con şi se mulează apoi în matriţă, unde conul primeşte forma definitivă.

Aşezarea solzilor pe bandă se face la un pas p_0 măsurat la bază, în aşa fel ca să rezulte grosimea necesară a conului, ţinîndu-se cont de grosimea solzilor şi de surplusul necesar pentru comprimarea şi prelucrarea finală.

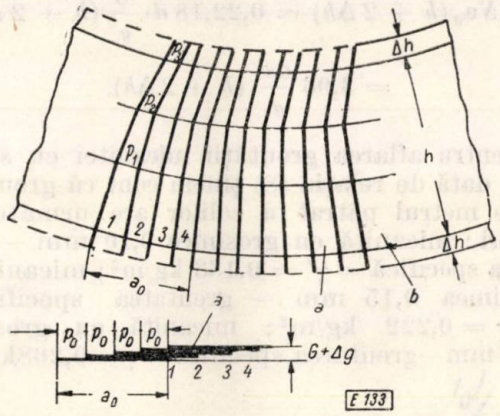


Fig. 5. Modul de aşezare a solzilor pe bandă :
a – solzi ; *b* – bandă de formare din hîrtie natron.

Numărul solzilor suprapuşi se calculează cu relaţia :

$$n_{str} = \frac{G + \Delta G}{g} \text{ (straturi)}, \quad (5)$$

în care : G este grosimea conului din desen, ΔG — adaosul la grosime necesar pentru comprimare şi prelucrare, iar g — grosimea solzilor.

Pentru micanita cu liant 20—25% şi cu un surplus de prelucrare de 0,2 mm, ΔG se ia practic egal cu 25% din G, deci :

$$n_{str} = 1{,}25 \frac{G}{g} \text{ (straturi)}.$$

Numărul total de solzi N, necesar pentru un con, se calculează înmulţind numărul solzilor care intră într-un strat, cu numărul straturilor pe întreaga circumferinţă a conului :

$$N = \frac{\pi d}{a} \cdot n_{str} = 18 \frac{G}{g} \text{ (bucăţi solzi/con)} \quad (6)$$

În relația (6) s-a avut în vedere egalitatea $a = 0{,}22\ d$ din (3).

d) Pasul de așezare al solzilor pe bandă. Pasul de așezare al solzilor depinde de grosimea lor și de nivelul la care se consideră. La baza benzii (fig. 5) pasul este mai mare, iar către partea care va forma vîrful conului se îngustează. La baza coului pasul are valoarea:

$$p_0 = \frac{\pi d_0}{N} = 0{,}175\ \frac{d_0 G}{g}, \qquad (7)$$

în care: N este numărul total de solzi, iar d_0 — diametrul conului la bază considerat cu surplusul Δh pentru prelucrare finală.

În timpul așezării solzilor pe bandă conform figurii 5 trebuie să se măsoare pasul la bază pentru a se asigura uniformitatea așezării.

e) Consumul specific de material. Suprafața colilor de micanită necesare pentru numărul N de solzi care intră într-un con se află din relația:

$$S = N a_0 (h + 2\Delta h) = 0{,}22.18\ d \cdot \frac{G}{g} (h + 2\Delta h) =$$

$$= 3{,}96\ \frac{Gd}{g}\ (h + 2\Delta h). \qquad (8)$$

Pentru aflarea greutății micanitei cu suprafața dată de relația (8) ținem cont că greutatea γ pe metrul pătrat a colilor are următoarele valori: micanită cu grosimea 0,10 mm — greutatea specifică $= \gamma' = 0{,}133$ kg/m²; micanită cu grosimea 0,15 mm — greutatea specifică $= \gamma = 0{,}222$ kg/m²; micanită cu grosimea 0,20 mm — greutatea specifică $= \gamma = 0{,}268$ kg/m².

Pentru micanita cu grosime 0,15, greutatea necesară pentru un con se calculează cu ajutorul relației:

$$G = \gamma S = 58\ G\ (h + \Delta h) \cdot 10^{-7}\ (\text{kg}), \qquad (9)$$

(G și h se iau în milimetri).

Consumul calculat cu relația (9) trebuie să se majoreze cu 5—10%, deoarece în timpul debitării și așezării la uni solzi se pot produce deteriorări.

3. Concluzii

Calculul dimensiunilor exacte ale solzilor folosiți pentru fabricarea conurilor izolante este important nu numai din punctul de vedere al obținerii economiilor de manoperă și de materiale, așa cum s-a arătat la început, ci mai ales pentru construcția echipamentului tehnologic necesar în fabricația de serie, matrițe de debitat solzii, matrița de presare și coacere, dispozitive de prelucrare finală și altele. Principalele condiții pe care aceste utilaje trebuie să le îndeplinească constau în asigurarea unei așezări exacte a solzilor pe înălțime, în așa fel, ca lățimile calculate să cadă în dreptul diametrelor corespunzătoare, în asigurarea presării uniforme a conului, cît și în posibilitatea montării și demontării ușoare.

Bibliografie

[1] *Moscovschi M.I.*: Tehnologia construirii mașinilor electrice. Ed. Energ. de stat Buc. 1953, 178—181.
[2] * * *: Produse pe bază de mică. Caiet nr. 9851, MEEIE.
[3] *Alexeev A.E.*: Construcția mașinilor electrice. Ed. Tehnică Buc. 1951, 278.

48666h12/61 LEFORDIVA

Determinarea puterilor mici pe baza efectului Hall

Constantin Șora și Avram Heler* — Timișoara

Tehnica nouă în materie de măsurarea curenților mari utilizează semiconductoare ca element activ și fenomenul Hall ca bază fizică. Se prezintă unele realizări în acest domeniu care pot să aibă aplicații interesante în tehnica industrială.

CZ 621.317.382 : 538.632

1. Considerații teoretice

1.1. Schema de principiu pentru măsurarea puterii în curent alternativ, folosind efectul Hall, este arătată în figura 1 [2]. Semnificația simbolurilor folosite în schemă este următoarea:

r_m, L_m — rezistența și inductivitatea totală a bobinei de magnetizare;
r_v — rezistența adițională în circuitul bobinei de magnetizare;
r_1, L_1 — rezistența și inductivitatea adițională a circuitului de comandă, pentru compensarea erorii de unghi;
r_{t1} — rezistența longitudinală a plăcuței semiconductoare;
Z_u — impedanța de utilizare;
G — galvanometre sau milivoltmetre.

Bobina de magnetizare este așezată pe un miez feromagnetic, cu permeabilitate magnetică cît mai mare și pierderi mici. Circuitul magnetic conține un întrefier δ, mic, în care se introduce plăcuța semiconductoare. În serie

* Ing. *C. Șora* este conferențiar la Institutul politehnic — Timișoara, iar ing. A. *Heler* este asistent la același institut.

cu bobina de magnetizare este conectată o rezistenţă r_v mare ($r_v \gg \omega L_m$).

Din relaţiile :

$$\begin{cases} \dfrac{B_{\delta max}\,\delta^*}{\mu_0} = \sqrt{2}\, I_v W \\ I_v = \dfrac{U_b}{\sqrt{(r_m + r_v)^2 + (\omega L_m)^2}} \end{cases}, \qquad (1)$$

$$\text{cu} \begin{cases} B \text{ în Wb/m}^2 \\ \delta \text{ în m} \\ I_v \text{ în A} \end{cases}$$

rezultă :

$$B_{\delta max} = \sqrt{2}\,\mu_0 W \frac{1}{\delta^*} \frac{U_b}{\sqrt{(r_m + r_v)^2 + (\omega L_m)^2}}, \qquad (2)$$

sau în formă simplificată :

$$B_{\delta max} = k_u \sqrt{2}\, U_b, \qquad (3)$$

în care W este numărul de spire al bobinei de magnetizare, iar $\delta^* = \delta + \Sigma l_{Fe} \frac{\mu_0}{\mu} \cdot \frac{S_\delta}{S_{Fe}}$ este întrefierul echivalent al întregului circuit magnetic.

Factorul de proporţionalitate k_u depinde în general de inducţia magnetică şi de frecvenţă. La frecvenţă constantă şi cădere magnetică în fier neglijabilă, faţă de căderea magnetică în întrefier, acest factor de proporţionalitate este constant.

Notînd cu k_i factorul de proporţionalitate dintre curentul de utilizare I şi curentul de comandă I_1 se poate scrie :

$$\begin{aligned} B_\delta &= k_u \sqrt{2}\, U_b \sin(\omega t - \alpha_u), \\ i_1 &= k_i \sqrt{2}\, I \sin(\omega t - \varphi - \alpha_i), \end{aligned} \qquad (4)$$

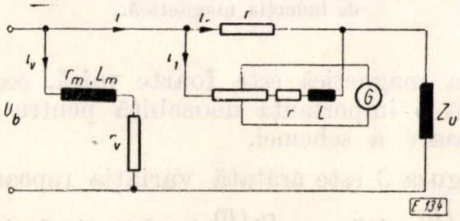


Fig. 1. Schema de principiu pentru măsurarea puterii în curent alternativ, folosind efectul Hall.

în care :

φ este defazajul dintre tensiunea la borne şi curentul de utilizare ;

α_u — defazajul dintre inducţia magnetică şi tensiunea în borne ;

α_i — defazajul dintre curentul de comandă şi curentul de utilizare.

Valoarea momentană a tensiunii Hall în gol este :

$$U_H = C_0 B i_1 \qquad (5)$$

$$\text{cu} \begin{cases} U_H \text{ în V} \\ B \text{ în Wb/m}^2 \\ i_1 \text{ în A} \end{cases}$$

Dacă rezistenţa interioară r_{i2} a plăcuţei semiconductoare nu este neglijabilă faţă de rezistenţa r_G a galvanometrului, inclusiv rezistenţa adiţională din circuitul acestuia, expresia tensiunii Hall este dată de relaţia

$$U_H = CBi_1, \qquad (5')$$

unde :

$$C = \frac{C_0(B)}{1 + \frac{r_{i2}(B)}{r_G}}. \qquad (5a)$$

Factorul de proporţionalitate C_0, numit şi sensibilitatea în gol a generatorului Hall, are expresia :

$$C_0 = \left(\beta\, C_H \frac{1}{d}\right) \text{m}^2/\text{As}, \qquad (6)$$

în care :

C_H este constanta Hall, m^3/As ;

d — grosimea plăcuţei semiconductoare, m ;

β — factor de corecţie subunitar.

Valoarea mijlocie a tensiunii Hall în timp de o perioadă este :

$$U_H = k U_b I \cos(\varphi - \varepsilon), \qquad (7)$$

unde :

$$\varepsilon = \alpha_u - \alpha_i. \qquad (8)$$

Dacă se realizează condiţia ca $\varepsilon = 0$, înseamnă :

$$\frac{L_m}{r_m + r_v} = \frac{L_1}{r_1 + r_{i_1}}. \qquad (9)$$

Valoarea mijlocie a tensiunii Hall (componenta continuă) este proporţională cu puterea activă,

$$U_H = k\, U_b I \cos\varphi. \qquad (10)$$

Curentul în circuitul bobinei de tensiune, la schema din figura 1, este de cîţiva mA sau zeci de mA, corespunzînd în mare consumului din circuitul de tensiune al wattmetrelor electrodinamice.

1.2. În figura 2 este arătată o schemă propusă pentru măsurarea puterilor mici, caracterizată printr-un consum redus în circuitul de tensiune.

Schema este concepută să funcționeze la frecvență constantă. Ea poate fi de exemplu folosită la măsurarea puterilor în modelele de rețea, la frecvență industrială.

Față de schema clasică din figura 1 se remarcă întîi lipsa rezistenței adiționale r_v din circuitul de tensiune. În schema din figura 2, căderea de tensiune ohmică trebuie să fie neglijabilă față de căderea de tensiune inductivă a bobinei de magnetizare. În aceste condiții, dacă se conectează în paralel cu bobina de magnetizare condendensatorul C_v, a cărui capacitate se alege astfel încît să rezulte un circuit cu rezonanță de curent, curentul I_v în circuitul de tensiune va fi foarte mic.

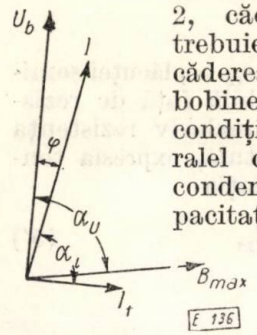


Fig. 2. Schema de principiu pentru măsurarea puterilor mici, folosind efectul Hall (schema propusă).

La schema propusă, defazajul dintre inducția magnetică și tensiunea la borne este aproape $\frac{\pi}{2}$, spre deosebire de schema clasică unde acest defazaj este foarte mic (fig. 2 *a*).

Schema ține seama și de particularitatea că se folosește plăcuță semiconductoare de Ge. În ipoteza că s-ar folosi aliaje intermetalice (InAs, InSb), compensarea erorii de unghi în circuitul de comandă al plăcuței se poate face pe baza schemei din figura 1. Dacă placa semiconductoare este din Ge, acesta avînd o rezistivitate mult mai mare, reactanța inductivă ωL_1, ar fi mărit foarte mult impedanța circuitului de comandă și în consecință ar fi rezultat o micșorare a sensibilității aparatului. Pentru compensarea unghiului de defazare, în schema propusă se folosesc alte elemente. Între punctele *c* și *d* se conectează condensatorul *C*. Circuitul de comandă al generatorului Hall se conectează direct la bornele *c* și *d*. În scopul

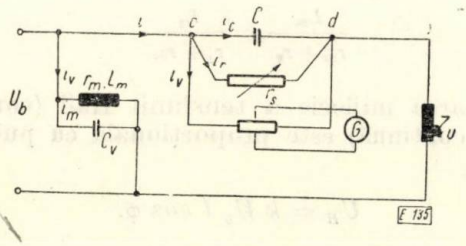


Fig. 2 *a*. Figură explicativă pentru defazajele α_u și α_i la schema propusă.

punerii la punct a reglării se mai conectează în paralel rezistența variabilă r_s. Acest montaj permite să se obțină egalitatea unghiurilor α_u și α_i, atît ca valoare cît și ca semn, ceea ce conduce la $\varepsilon = 0$.

2. Rezultate experimentale

2.1. Ca material semiconductor s-a dispus de Ge-n sub formă de plăci de $0{,}3-1.10^{-3}$ m grosime, obținut de la Facultatea electrotehnică din Ilmenau R. D. G. Pentru tăierea plăcuței semiconductoare la dimensiunile necesare, s-a folosit un disc metalic subțire, cu o coroană abrazivă. Greutăți mari s-au întîmpinat la lipirea electrozilor de placa semiconductoare, în sensul că rezistențele de contact erau neliniare, adică exista efect de redresare, ceea ce se menționează de altfel și în literatură în legătură cu folosirea germaniului [2]. După încercări îndelungate de laborator s-a reușit să se realizeze lipituri, fără ca să mai apară efectul de redresare.

Dimensiunile plăcuței semiconductoare, folosită la construcția generatorului Hall, sînt $5{,}4/2{,}6/0{,}39 \cdot 10^{-3}$ m.

Rezistența longitudinală este $r_{i1} = 58\,\Omega$ la $B = 0$, iar rezistența transversală $r_{i2} = 111{,}8\ \Omega$ la $B = 0$. Variația rezistențelor r_{i1} și r_{i2} cu

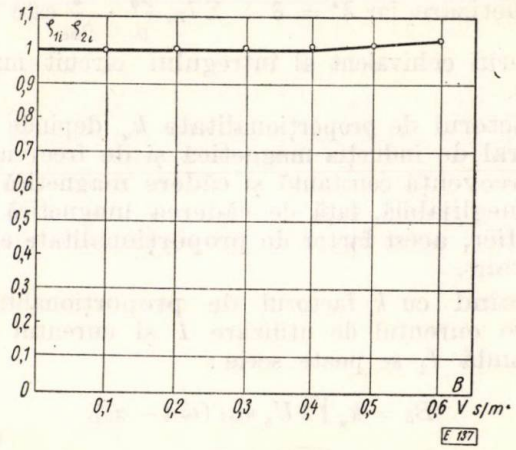


Fig. 3. Variația rapoartelor ζ_{i1} și ζ_{i2} în funcție de inducția magnetică.

inducția magnetică este foarte mică, ceea ce prezintă o importanță deosebită pentru buna funcționare a schemei.

În figura 3 este arătată variația rapoartelor $\zeta_{i1} = \frac{r_{i1}(B)}{r_{i1}(0)}$ și $\zeta_{i2} = \frac{r_{i2}(B)}{r_{i2}(0)}$ în funcție de inducția magnetică. Se vede că în domeniul de inducție 0—6 000 Gs, variația rapoartelor nu depășește 3%.

În figura 4 este arătată variația tensiunii Hall în gol, în funcție de inducția magnetică. Se relevă variația liniară a tensiunii Hall cu inducția. Sensibilitatea în gol a generatorului Hall, dedusă din aceste curbe, este $C_0 = 3{,}42$ m²/As. Dacă pentru factorul de corecție β se consideră o valoare de 0,9, aceasta corespunde unei constante Hall de $C_H = 1\,482.10^{-6}$ m³/As.

Circuitul magnetic este realizat din permaloy şi are forma indicată în figura 5, întrefierul fiind de $0{,}7 \cdot 10^{-3}$ m. Adoptarea acestui circuit magnetic a fost dictată de materialul disponibil. Valoarea întrefierului este determinată pe

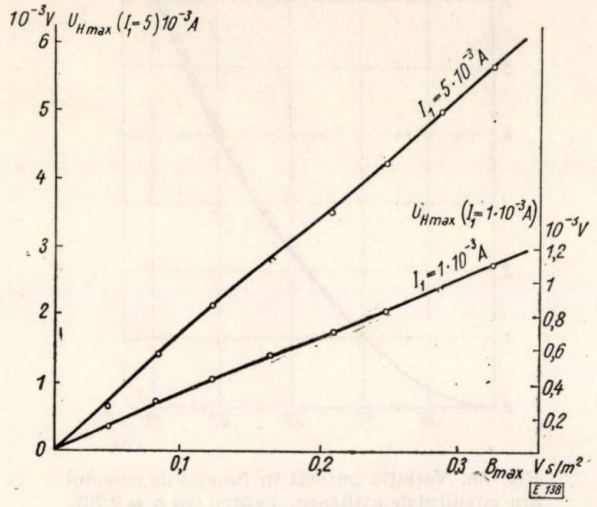


Fig. 4. Variaţia tensiunii Hall, la funcţionarea în gol, în funcţie de inducţia magnetică.

de o parte, de grosimea plăcii semiconductoare, iar pe de altă parte, de condiţia ca să rezulte o caracteristică magnetică liniară.

2.2. Aparatul este dimensionat pentru o tensiune nominală de 100 V, la 50 Hz şi pentru curenţi de sarcină între (20—100) 10^{-3} A. Domeniul de măsură al aparatului poate fi însă mărit după necesităţi.

Bobina de magnetizare a circuitului magnetic are inductivitatea totală $L_m = 72{,}2$ H, inductivitatea de dispersie $\lambda = 8{,}65$ A, iar rezistenţa $r_m = 1\,481\ \Omega$. Capacitatea la rezonanţă în circuitul de magnetizare este $C_v = 0{,}14 \cdot 10^{-6}$ F, ceea ce teoretic corespunde unui consum în circuitul de tensiune de $0{,}29 \cdot 10^{-3}$ A, respectiv 3 480 Ω/V. În realitate dacă se ţine seama şi de prezenţa armonicilor care pot să apară, curentul efectiv în circuitul de tensiune rezultă cu ceva mai mare.

Determinarea factorului de proporţionalitate k_u s-a făcut pe baza relaţiei (4) şi curbei $B_{max} = f(U_b)$, arătată în figura 7. S-a obţinut valoarea $k_u = 12{,}926 \cdot 10^{-4}$ Wb/V.

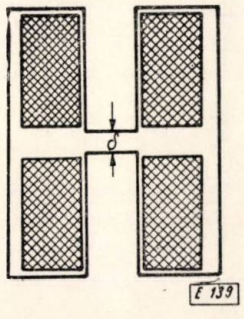


Fig. 5. Forma circuitului magnetic.

Capacitatea condensatorului C este $827 \cdot 10^{-6}$ F, iar factorul de proporţionalitate k_i are valoarea 0,0658.

Căderea de tensiune în circuitul de curent (între bornele c şi d), la curent de sarcină maximal este de 0,385 V, ceea ce reprezintă o valoare redusă în comparaţie cu căderea de tensiune de la instrumentele electrodinamice. Densitatea de curent în circuitul de comandă al plăcii este mică pentru ca să nu rezulte o încălzire a materialului semiconductor care ar putea modifica proprietăţile acestuia.

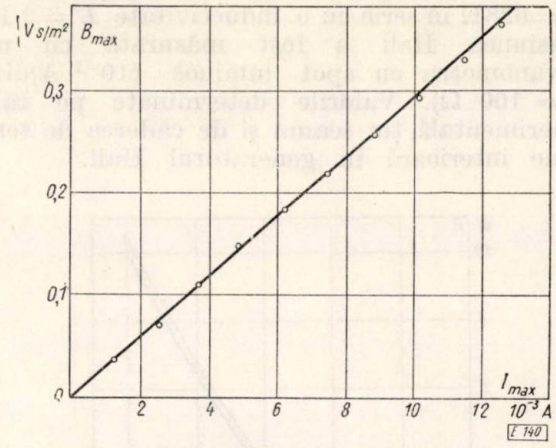


Fig. 6. Caracteristica magnetică a circuitului magnetic al aparatului.

Ţinînd seama de relaţia (10) şi de valorile factorilor de proporţionalitate, k_u şi k_i, rezultă în final relaţia din care se determină puterea în circuitul de utilizare în funcţie de tensiunea Hall măsurată. Se obţine :

$$P = 3\,436\ U_H \text{ cu } P \text{ în W şi } U_H \text{ în V},$$

ceea ce înseamnă o sensibilitate a aparatului de $2{,}90 \cdot 10^{-4}$ V/W.

Pentru verificarea schemei propuse, puterile determinate experimental au fost comparate cu cele calculate, ţinînd seama de valorile elementelor circuitului de utilizare. Confruntarea cu

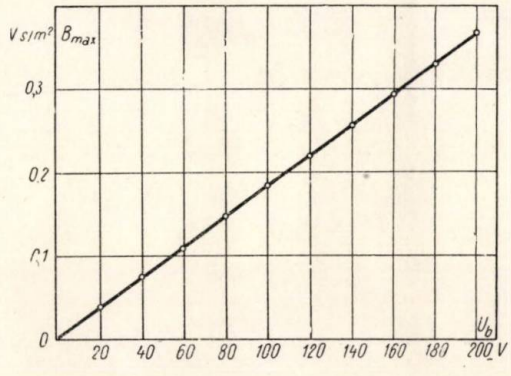


Fig. 7. Variaţia inducţiei magnetice cu tensiunea la borne.

alte wattmetre nu s-a putut face din lipsa unor astfel de instrumente pentru domeniul de putere respectiv. În figura 8 *a* este arătată variaţia puterii în funcţie de curentul din cir-

cuitul de utilizare pentru cos $\varphi = 1$, iar în figura 8 *b* pentru cos $\varphi = 0{,}707$. Curbele trasate cu linie plină corespund valorilor determinate experimental, iar cele cu linie întreruptă valorilor calculate. Circuitul de utilizare, pentru cazul cos $\varphi = 1$, a fost format dintr-o rezistenţă ohmică $R = 1\,000\ \Omega$, iar pentru cazul cos $\varphi = 0{,}707$, dintr-o rezistenţă ohmică $R' = 628\,\Omega$ în serie cu o inductivitate $L' = 2$ H. Tensiunea Hall a fost măsurată cu un galvanometru cu spot luminos (10^{-7} A/div, $R_i = 100\ \Omega$). Valorile determinate pe cale experimentală ţin seama şi de căderea de tensiune interioară în generatorul Hall.

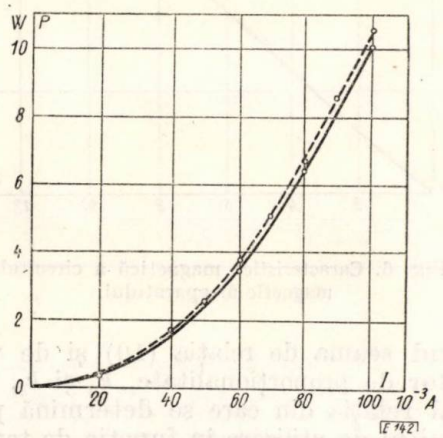


Fig. 8a. Variaţia puterii în funcţie de curentul din circuitul de utilizare, pentru cos $\varphi = 1$.

Erorile de măsură datorite curentului în circuitul de tensiune şi căderii de tensiune în circuitul de curent pot fi neglijate la măsurători curente. Dacă caracteristica magnetică a miezului este liniară, iar proprietăţile materialului semiconductor rămîn neschimbate, la o schemă bine dimensionată ($\varepsilon = 0$), eroarea de măsură depinde aproape numai de precizia de măsurare a tensiunii Hall.

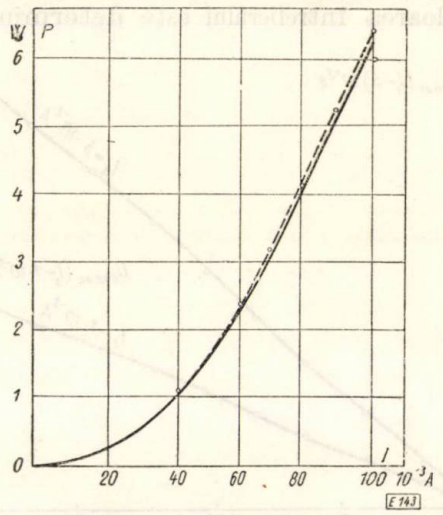


Fig. 8b. Variaţia puterii în funcţie de curentul din circuitul de utilizare, pentru cos $\varphi = 0{,}707$.

Bibliografie

[1] *Juze V. P.*: Tehniceskie primenenia effecta Halla. Poluprovodniki v nauke i tehnike, Tom I Akademia Nauk S.S.S.R., 1957, 369–416.

[2] *Barlow H.E.M.*: The design of semiconductor Wattmeters for power-frequency and audio-frequency applications. Proc. I.E.E. (part. B), V **102** (1955) 186 — —191.

[3] *Mason W. P., Hewit W.H., Wich R.F.*: Hall effect modulators and girators, emploiyng magnetic field independent orientation in germanium. Journal of applied Physics **24**, (1953) 2, 166–175.

[4] *Şora C.*: Funcţionarea generatorului Hall ca amplificator de putere (comunicare). Prima consfătuire pe ţară de semiconductori şi aplicaţiile lor. Bucureşti, decembrie 1959.

Intrat în redacţie la 9 ianuarie 1961.

Calculul acționării reversibile cu motor de curent continuu și reglare automată

Dorel Damsker, Reinhardt Fleischer și Günther Weinrich* – București

În aplicarea directivelor P.M.R., pentru ridicarea nivelului tehnic și de automatizare, metodele simplificate inginerești, de proiectare a sistemelor automate sînt binevenite. În lucrare se dau bazele de calcul ale proiectării acționărilor reversibile cu reglare automată.

CZ 621.316.718.1 – 526 : 621.34 : 621.313.2

Reglarea automată conduce la noi aspecte ale teoriei unor acționări electrice. Teoriile clasice se referă la caracteristicile mașinilor electrice naturale sau modificate prin mijloace relativ simple: variații de tensiuni, frecvențe, rezistențe etc. [1].

Reglarea automată optimală a atins asemenea perfecțiune prin rapiditate și precizie, încît se poate admite că anumiți parametri reglați automat au exact variația dorită și conformă cu cea ideală necesară cinematicii celei mai apropiate de scopul tehnologic urmărit [2].

În acest caz, calculele acționării pot fi aproximate plecînd de la ipoteza că sînt respectate condițiile ideale.

Ca ilustrare a considerentelor înfățișate mai sus, în lucrarea de față se tratează reversarea motorului de curent continuu în condițiile unor reglări ideale. Se stabilește care este forma de variație a parametrilor pentru a avea o reversare cît mai rapidă și uniformă. Se deduc care sînt circuitele de reglare necesare. Se determină formulele de calcul care reprezintă fenomenele fizice și conduc la alegerea caracteristicilor elementelor din sistem. Se descrie schema de reglare corespunzătoare. Se arată corespondența între calcule și rezultatele obținute la platforma de încercare.

Aceste cercetări au fost făcute la platforma de încercare instalată la ICET, în vederea proiectării acționării electrice a patului unei raboteze de dimensiuni foarte mari.

Reversarea ideală a motoarelor de curent continuu

Se presupune că motorul este alimentat de un generator separat într-un sistem de reglare ideală, care lucrează instantaneu. (Cu mici modificări de notații, calculele care urmează sînt valabile și la alimentarea motorului prin mutatori.

Reversarea se face și în zona fluxului constant al motorului și în zona fluxului micșorat, deci între două turații cu rotire în sensuri contrare și mai mari decît turația de bază a motorului.

Condiția esențială a reversării celei mai rapide este menținerea constantă a curentului principal la valoarea maximă admisibilă I_{mM} în tot timpul reversării. În acest fel, mașinile sînt utilizate la maximum posibil.

Reversarea în zona fluxului constant

Curentul motorului și fluxul său fiind constante rezultă că valoarea cuplului este constantă în această zonă, iar f.e.m. e_m este proporțională cu turația Ω rad/s. Notînd M_M – cuplul maxim constant, J – momentul de inerție, $C_m = C_e$ – constantele de proporționalitate cuplu-curent și f.e.m. turație, R_t – rezistența totală a circuitului generator-motor, T_m – constanta de timp electromecanică cu flux nominal, rezultă din ecuația diferențială a mișcării:

$$dt = J\frac{d\Omega}{M_M} = J\frac{d\Omega}{I_{mM}\,C_m} = T_m\frac{C_e\,d\Omega}{I_{mM}\,R_t} = T_m\frac{de_m}{I_{mM}\,R_t}. \tag{1}$$

De unde se deduce:

$$t = T_m\frac{e_m}{I_{mM}\,R_t}. \tag{2}$$

Pentru reversarea sensului de rotire de la turațiade bază – $\Omega_B = -C_e\,E_m$ la $+\Omega_B$ durata este:

$$t_r = 2T_m\frac{E_m}{I_{mM}\,R_t} = 2\cdot T_m\cdot\frac{1}{\rho}, \tag{3}$$

unde s-a notat $\rho = I_{mM}\,R/E_m$. Acesta este timpul minim ce s-ar putea realiza cu o reglare ideală.

Ecuația f.e.m. în această zonă este:

$$\frac{e_m(t)}{E_m} = \frac{\rho}{T_m}t. \tag{4}$$

Ecuația f.e.m. a generatorului va fi deplasată față de dreapta de mai sus cu $I_{mM}\,R_t$, deci:

$$\frac{e_g(t)}{E_g} = \frac{\rho}{T_m}t + \frac{I_{mM}\,R_t}{E_g} = \frac{\rho}{T_g}t + \rho. \tag{5}$$

Din ecuațiile de mai sus se vede că dreapta f.e.m. a generatorului taie axa timpului la $t = -T_m$ și la $t = 0$ are valoarea ρ.

Pentru a se putea ajunge la această durată scurtă, este necesar să existe posibilitatea

---

* Conf. ing. *D. Damsker* este șef de laborator la ICET; ing. *R. Fleischer* este inginer proiectant principal la ICET, iar *G. Weinrich* este inginer proiectant principal la I.I.S. „Automatica".

supraexcitării bobinajului generatorului provocată de sistemul de reglare.

Excitarea generatorului se face în conformitate cu ecuația :

$$u_e = \left(i_e + T_g \frac{di_e}{dt} \right) r_e. \tag{6}$$

Raportînd la tensiunea de excitație nominală U_e, se poate scrie :

$$\frac{u_e}{U_e} = \eta_e = \iota_e + T_g \frac{d\iota_e}{dt}. \tag{7}$$

Însă T_g este variabil cu gradul de saturație magnetică a generatorului. Notînd $(T_g)_0$ valoarea constantei de timp în porțiunea inițială a curbei de magnetizare, se scrie :

$$T_g = (T_g)_0 \frac{\frac{d\Phi_g}{di_e}}{\left(\frac{d\Phi_g}{di_e}\right)_0} = (T_g)_0 \frac{\frac{d(\Phi_g/\Phi_{ng})}{d(i_e/i_{en})}}{\left[\frac{d(\Phi_g/\Phi_{ng})}{d(i_e/i_{en})}\right]_0} = T_g^* \frac{d\varphi_g}{d\iota_e}, \tag{8}$$

unde Φ_n este fluxul nominal pentru tensiunea $E_g = E_m$ și

$$T_g^* = \frac{(T_g)_0}{\left(\frac{d\varphi_g}{d\iota_e}\right)_0}. \tag{9}$$

Ținînd seama de expresiile de mai sus, ecuația (7) devine :

$$\eta_e = \iota_e + T_g^* \frac{d\varphi_g}{dt}. \tag{10}$$

Variația fluxului în timpul reversării se deduce pornind de la relația (2). Într-adevăr, f.e.m. a motorului, în unități relative, variază în timp după dreapta :

$$\frac{e_m}{E_m} = \rho \frac{t}{T_m}. \tag{11}$$

Tot după o dreaptă cu aceeași pantă trebuie să varieze și f.e.m. a generatorului, care în tot timpul reversării are expresia :

$$e_g = e_m + I_{mM} R_t. \tag{12}$$

În timpul reversării curentul nu-și schimbă direcția de circulație și se consideră deci pozitiv. Din relația (12) rezultă că în timpul frînării $|e_g| < |e_m|$, iar în timpul accelerării $|e_g| > |e_m|$. Din relațiile (10), (11) și (12) se deduce :

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{e_g}{E_g}\right) = \frac{d}{dt}\left(\frac{e_m}{E_m}\right) = \frac{d}{dt}\left(\frac{\Phi_g}{\Phi_{ng}}\right) = \frac{\rho}{T_m}. \tag{13}$$

Ținînd seama de (13), relația (10) devine :

$$\eta_e = \iota_e + \rho \frac{T_g^*}{T_m}. \tag{14}$$

Excitarea tranzitorie a generatoarei necesită un surplus de tensiune la bornele bobinajului său de excitare, care depășește tensiunea de excitație statică necesară în ultima parte a procesului de reversare cu flux constant, cu mărimea $\rho\, T_g^*/T_m$. Deci generatorul trebuie să poată debita tensiunea $(E_m + I_{mM} R_t)$, iar tensiunea de excitare trebuie să depășească mărimea necesară pentru a se obține tensiunea generatoarei. Pentru reglare sînt însă necesare rezerve de tensiune mult mai mari.

Reversare în zona f.e.m. constante

Se presupune că pe lîngă curentul maxim, sistemul de reglare menține constantă f.e.m. a motorului, de îndată ce a atins valoarea E_m, corespunzătoare tensiunii pe care o poate furniza generatorul. Rezultă deci că și f.e.m. a generatorului este constantă la valoarea $(E_g + I_{mM} R_t)$. Reversarea are două aspecte în această zonă : frînarea prin creșterea fluxului motor și accelerarea prin micșorarea fluxului.

Ne propunem să calculăm forma și durata variației turației la frînare. Fie t_3 (diagrama din fig. 1) momentul cînd începe frînarea de la turație $-\Omega_M$ și $-t_2$ momentul cînd se ajunge la turația de bază $-\Omega_B$.

În această zonă, puterea electromagnetică a motorului este constantă :

$$P_c = E_m I_{mM}. \tag{15}$$

Ecuația mișcării se scrie pentru acest caz :

$$\frac{P_c}{\Omega} = J \frac{d\Omega}{dt}. \tag{16}$$

Din această relație rezultă

$$\int_{-t}^{-t_2} dt = \int_{-t}^{-t_2} \frac{J}{E_m I_{mM}} \Omega \, d\Omega. \tag{17}$$

Energia cinetică a maselor în rotație se recuperează conform expresiei puterii electromagnetice :

$$\frac{J(\Omega^2 - \Omega_B^2)}{2} = E_m I_{mM} |t - t_2|. \tag{18}$$

Procedînd la fel ca în [3], se presupune, pentru normarea expresiilor, că legea de mai sus poate fi realizată fizic pînă la oprirea motorului ($\Omega = 0$), care ar avea loc la timpul $-t_1$. Introducînd ($\Omega = 0$ la $t = -t_1$) în relația (18), se obține

$$|t_2 - t_1| = \frac{J \cdot \Omega_B^2}{2 \cdot E_m \cdot I_{mM}}. \tag{19}$$

Între durata $|t_2 - t_1|$ și constanta T_{mn}, la fluxul nominal Φ_{mn} și în gol ideal, se poate stabili

8 — Noua hală a Combinatului Metalurgic — Reşiţa — aspect interior.

9 — Aspect exterior parţial al întreprinderii „Electroaparataj" — Bucureşti.

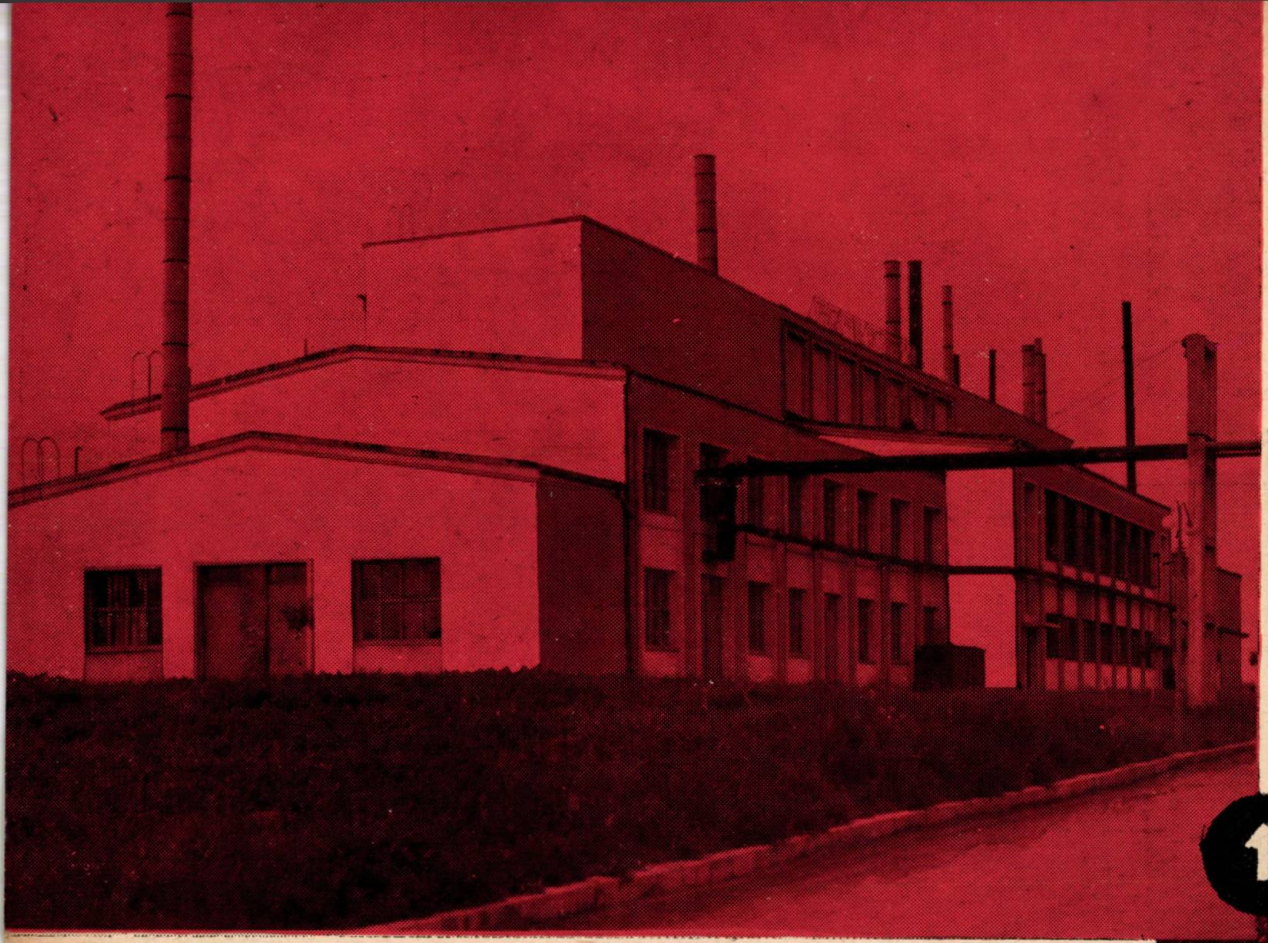
10 — Căminul studenţesc — Timişoara.

11 — Noua piaţă a Palatului R.P.R. unde s-a construit şi sala palatului, prevăzută cu instalaţii moderne — electrotehnice (acustică, lumină, sonorizare).

12 — Blocurile noi de locuinţe din piaţa Gării de Nord — Bucureşti.

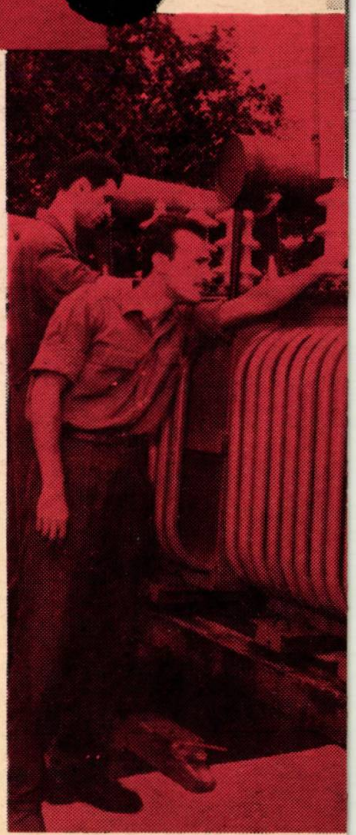
13 — Şcoala de meserii — Timişoara.

14 — Aspectul exterior al întreprinderii „Electrocablu" — Bucureşti şi parcul de tamburi cu cabluri de forţă pentru transportul şi distribuţia energiei electrice, din care se încarcă zilnic în vagoane şi camioane zeci de kilometri de cabluri pentru şantiere.



3

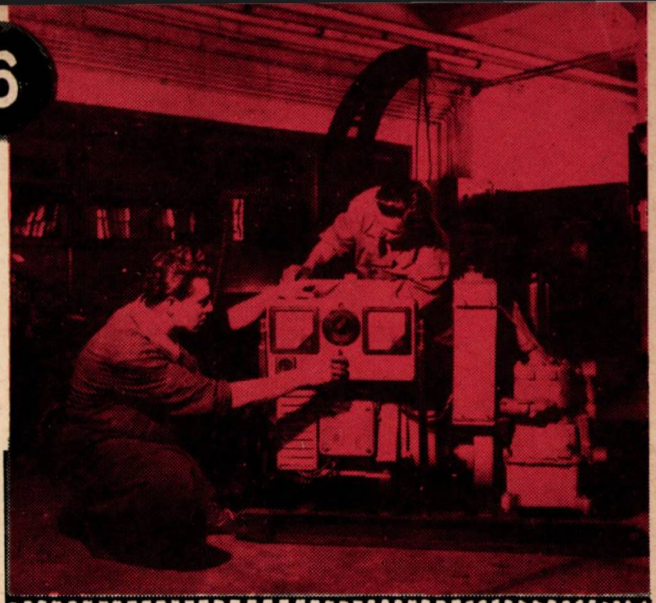
1

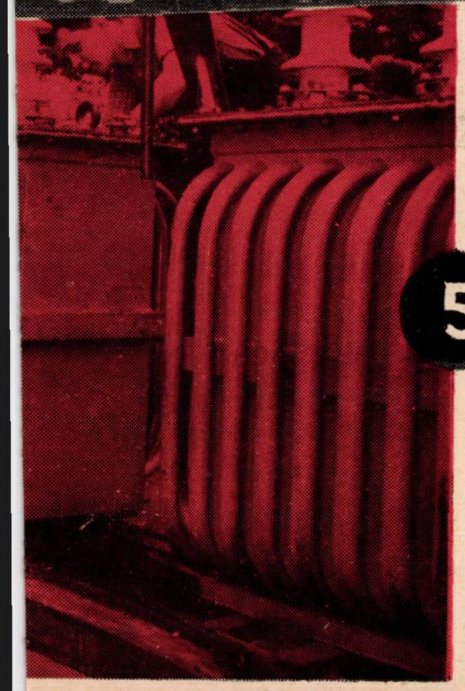


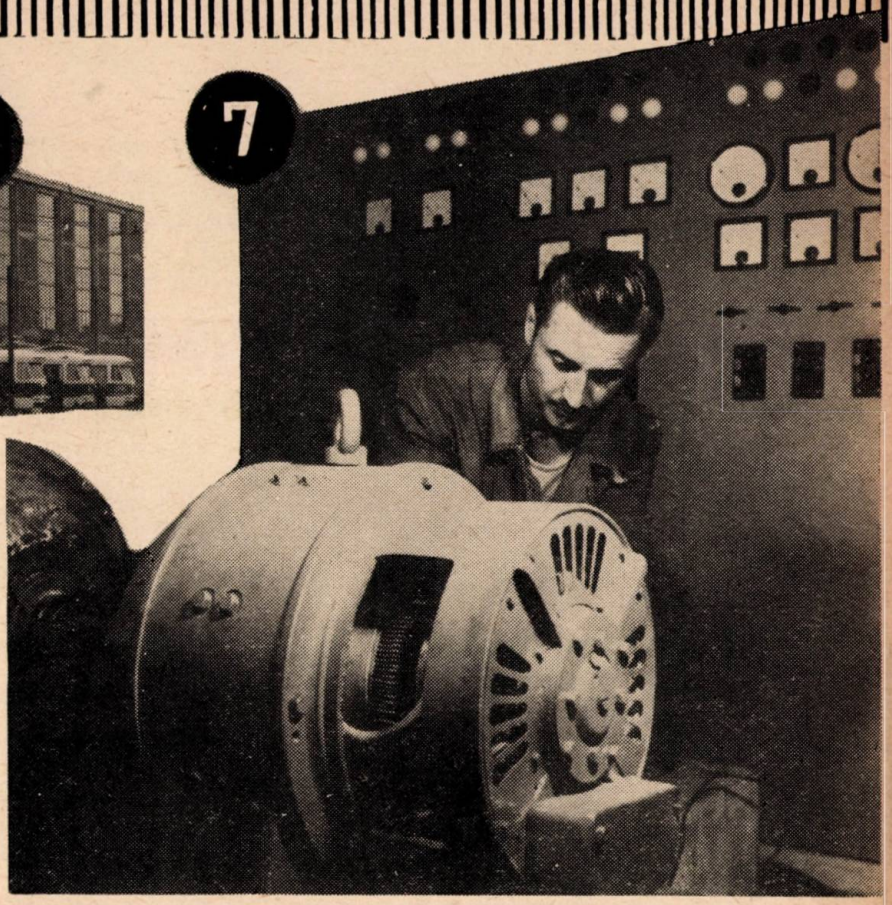
2

Din realizã

electroteh



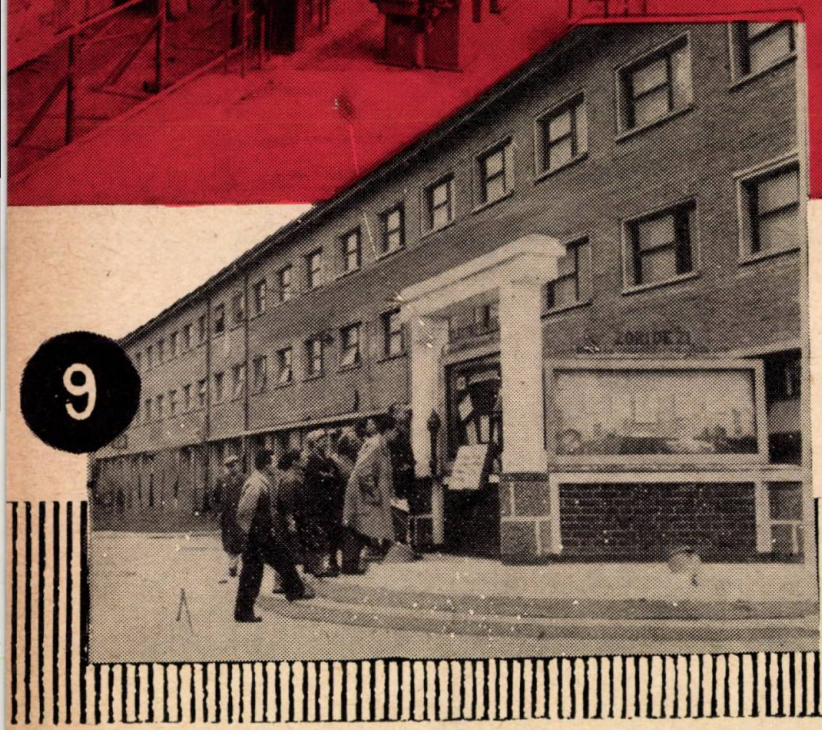




1 — Fabrica de cabluri și materiale electroizolante — București — aspect exterior.
2 — Aspect din hala de înfuniat cabluri electrice la Fabrica de cabluri și materiale electroizolante — București.
3 — In noul atelier de acoperiri galvanice de la Uzinele „Grigore Preoteasa" — București, utemistul Dumitru Petrescu urmărește procesul de armire al magneților pentru contoare.
4 — Un grup de tramvaie gata de recepție la Uzinele „Electroputere" — Craiova.
5 — Ing. Bîncă Octavian și montorii Petre Șerban și Constantin J. efectuînd o ultimă verificare la un lot de transformatoare de 1 000 kVA — 220 V, fabricate de întreprinderea „Electrotehnica" — București.
6 — Vasile Pălău și Vasile Chiran efectuează controlul autoexcitației prin redresor și stabilizator la grupul electrogen de 4 kVA cu tensiune stabilă, construit de întreprinderea „Klement Gottwald" — București.
7 — La întreprinderea „Klement Gottwald" — București s-a construit generatorul de încărcat acumulatoare de 10 kW după modelul sovietic al seriei P-N-100. In fotografie: Mihai Dorobanțu execută ultimele lucrări pentru punerea în funcțiune a noului generator.

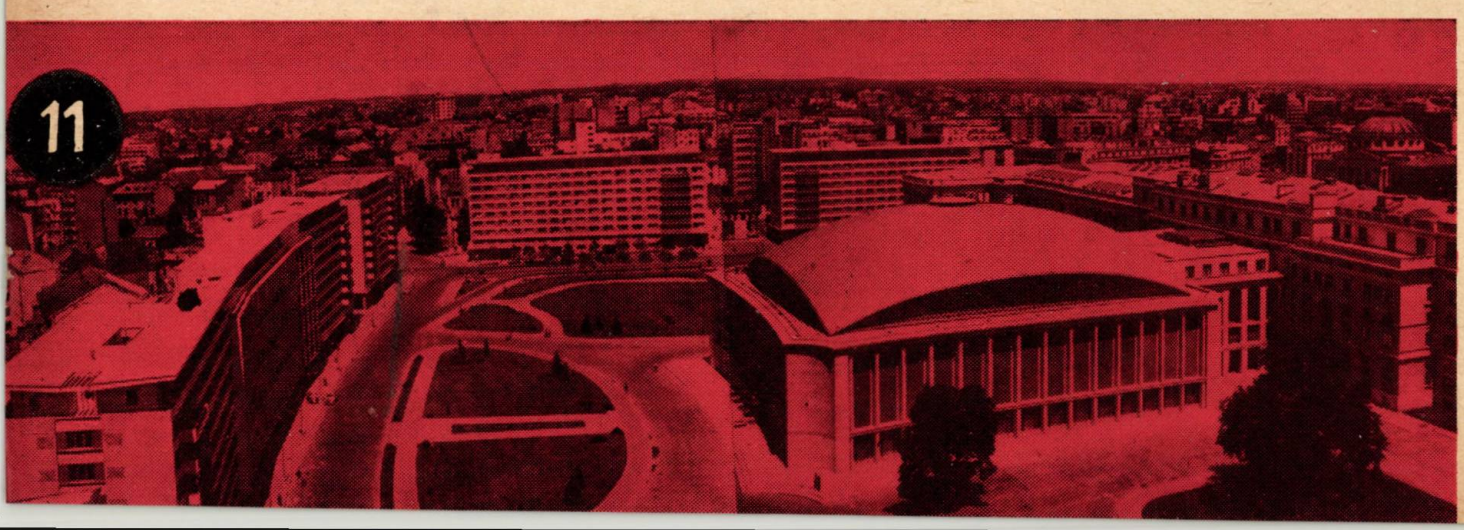
ile industriei

ce din R.P.R.



9

10



11

o relaţie importantă. Se pleacă de la relaţia (19), care se mai poate scrie

$$|t_2-t_1| = \frac{J}{2} \cdot \frac{E_m}{(k_e \Phi_{mn})^2} \cdot \frac{1}{I_{m\,M}}. \qquad (20)$$

Introducînd constanta de timp electromecanică T_m, relaţia (20) devine:

$$|t_2-t_1| = \frac{1}{2} T_m \cdot \frac{E_m}{R_t I_{mM}} = \frac{1}{2} \cdot T_m \cdot \frac{1}{\rho}. \qquad (21)$$

După cum se vede, durata de frînare teoretică de la turaţia de bază pînă la oprire depinde de cei doi parametri menţinuţi constanţi prin reglare, E_m şi I_{mM}.

Din comparaţia relaţiilor (21) cu (3) se vede că frînarea teoretică de la turaţia de bază pînă la oprirea prin creşterea fluxului $|t_2-t_1|$ durează de două ori mai puţin decît frînarea reală prin micşorarea tensiunii generatorului $|t_2-t_0|$.

Această bază de calcul fiind stabilită, se poate deduce durata frînării prin creşterea fluxului de la timpul t, cînd turaţia are valoarea $\Omega > \Omega_B$. Se notează $\Omega/\Omega_B = \xi$ şi din egalitatea:

$$J \frac{\Omega^2}{2} = E_m I_{mM} |t-t_1|, \qquad (22)$$

raportată la relaţia (19) se deduce:

$$|t-t_1| = \xi^2 |t_2-t_1|. \qquad (23)$$

Rezultă deci că frînarea de la turaţia $\Omega > \Omega_B$, pînă la turaţia de bază se face în timpul:

$$|t-t_1| - |t_2-t_1| = |t_2-t_1| (\xi^2-1) = |t_3-t_2|. \qquad (24)$$

Ecuaţia variaţiei turaţiei, în timpul frînării prin creşterea fluxului, se deduce din relaţia (23) şi este:

$$\frac{\Omega}{\Omega_B} = \sqrt{\frac{|t-t_1|}{|t_2-t_1|}}. \qquad (25)$$

Pentru a găsi variaţia necesară a tensiunii de excitaţie a motorului, variaţie care trebuie asigurată de sistemul de reglare, se porneşte de la expresia fluxului motor în timpul frînării. Dat fiind că produsul între flux şi turaţie în această zonă este constant, rezultă pentru flux expresia:

$$\frac{\Phi_m}{\Phi_{mn}} = \varphi_m = |t_2-t_1|^{\frac{1}{2}} \cdot |t-t_1|^{-\frac{1}{2}}. \qquad (26)$$

Se consideră curba de magnetizare a maşinii în unităţi adimensionale φ_m şi după aceasta se poate stabili curba de variaţie a curentului de excitare $i_E/I_E = \iota_E$.

Urmărind aceleaşi calcule ca şi pentru excitarea generatorului relaţiile, de la (6) la (10), se ajunge la expresia asemănătoare:

$$\eta_{IE} = \iota_E + T_E^* \frac{\mathrm{d}\,\varphi_m}{\mathrm{d}t}. \qquad (27)$$

Ţinînd seama de expresia (26) se ajunge la:

$$\eta_{IE} = \iota_E + \frac{1}{2} T_E^* |t_2-t_1|^{\frac{1}{2}} \cdot |t-t_1|^{-\frac{3}{2}}. \qquad (28)$$

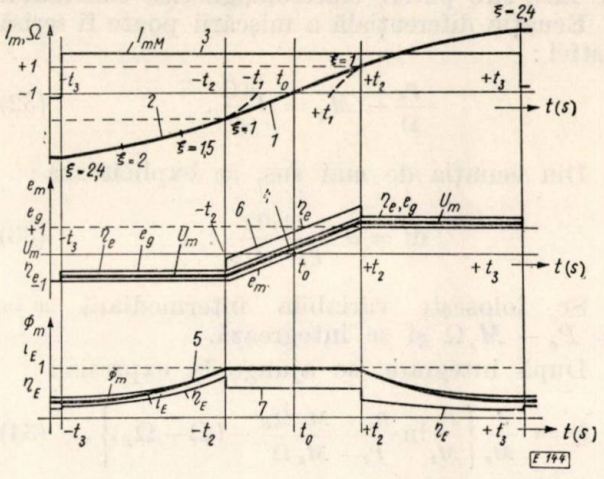


Fig. 1. Diagramele variaţiei parametrilor electrici şi magnetici la reversarea ideală a motorului de curent continuu.

Introducînd egalităţile (21) şi (23) se ajunge la o formă mai simplă:

$$\eta_{IE} = \iota_E + \frac{1}{2} T_E^* \xi^{-3} |t_2-t_1|^{-1} = \iota_E + \xi^{-3} \frac{T_E^*}{T_m} \cdot \rho, \qquad (29)$$

unde ξ este variabil cu t.

Peste tensiunea necesară excitării momentane este nevoie de un surplus de tensiune care să asigure variaţia curentului de excitare şi care este maximum la $\xi = 1$, cînd are valoarea:

$$\frac{\rho \cdot T_E^*}{T_m}. \qquad (30)$$

Se vede că surplusul necesar de tensiune la excitarea motorului are aceeaşi formă ca şi a generatorului şi este de acelaşi ordin de mărime. Aceleaşi relaţii sînt valabile şi pentru zona creşterii vitezei prin micşorarea fluxului.

Dacă expresia (30) este mai mare ca 1, tensiunea de excitare a motorului la începutul creşterii vitezei prin micşorarea fluxului capătă un vîrf care trece în zona polarităţii negative. În acest caz, pentru apropierea de diagrama ideală, este necesar ca amplificatorul care excită motorul să fie bidirecţional.

Influenţa cuplului static

Cuplul static lungeşte durata perioadei de accelerare şi scurtează timpul de frînare. Se presupune cuplul static constant.

În zona cu flux constant, duratele de pornire şi frînare îşi modifică expresiile şi devin:

$$t_p = T_m \frac{e_m}{I_{mM} - I_s} \quad \text{şi} \quad t_f = T_m \frac{e_m}{I_{mM} + I_s}, \qquad (31)$$

unde I_s este curentul corespunzător cuplului static, $I_s = M_s/k_m \Phi_{mn}$.

În zona cu flux micșorat, accelerarea de la turația de bază Ω_B la o turație superioară Ω se face sub putere electromagnetică constantă.

Ecuația diferențială a mișcării poate fi scrisă astfel:

$$\frac{P_c}{\Omega} - M_s = J\frac{\mathrm{d}\Omega}{\mathrm{d}t}. \qquad (32)$$

Din ecuația de mai sus, se explicitează:

$$\mathrm{d}t = J\,\frac{\Omega\,\mathrm{d}\Omega}{P_c - M_s\,\Omega}. \qquad (33)$$

Se folosește variabila intermediară $x = P_c - M_s\Omega$ și se integrează.

După integrare, se ajunge la expresia:

$$t_a = \frac{J}{M_s}\left\{\frac{P_c}{M_s}\ln\frac{P_c - M_s\,\Omega_B}{P_c - M_s\,\Omega} - (\Omega - \Omega_B)\right\}. \qquad (34)$$

Pentru frînare de la viteza Ω_1 la Ω_B în zona fluxului micșorat, se ajunge la expresia asemănătoare:

$$t_d = \frac{J}{M_s}\left\{(\Omega_1 - \Omega_B) - \frac{P_c}{M_s}\ln\frac{P_c + M_s\,\Omega_1}{P_c + M_s\,\Omega_B}\right\}. \qquad (35)$$

Existența cuplului de frînare mărește durata reversării. Este de remarcat că reglarea automată la valoarea constantă a f.e.m. a motorului poate fi utilizată și în domeniul fluxului mărit printr-o înfășurare suplimentară de excitație. Această înfășurare suplimentară ar putea mări cuplul la vitezele mai mici decît cea de bază și ar mări viteza peste viteza de bază prin micșorarea fluxului total. Se obțin cuplul mare la vitezele mici și reversări mai rapide.

tului principal în tot timpul reversării, iar în zonele de flux micșorat să regleze la valoare constantă f.e.m. a motorului. Pe lîngă acestea, pentru înlăturarea perturbațiilor de sarcină se cere reglarea turației în circuit închis.

Aceste reglări sînt cuprinse în sistemul adoptat a cărui schemă principială este dată în figura 2. Mașinile principale (10 kW) ale grupului $G-M$ au fost excitate prin cîte o amplidină. În circuitele de reglare au fost introduse blocurile de reglare cu tranzistoare construite la ICET [4]. În legătură cu tensiunea generatorului au fost introduse în cascadă, reglarea curentului de excitație prin regulator *PD*, reglarea curentului principal cu un regulator dublu *PI* și reglarea turației prin regulator simplu *PI*. Excitația motorului a fost comandată printr-un regulator *PID* la intrarea căruia se făcea alternativ fie reglarea curentului de excitație la valoarea maximă, fie reglarea f.e.m. la valoarea limită. Reglarea turației și comanda de reversare atît în domeniul fluxului constant cît și în acel al f.e.m. constante se făceau numai prin mărimea și polaritatea impusă prin potențiometrul turației motorului. (Amănunte și calcule asupra sistemului de reglare se găsesc într-o lucrare dată spre publicare la revista „Automatica și Electronica" precum și în [5], [6]). Constantele de timp ale regulatoarelor au fost ajustate după criteriile de optimizare. Pentru comparație cu calculele teoretice, se prezintă cîteva oscilograme ridicate la instalația experimentală.

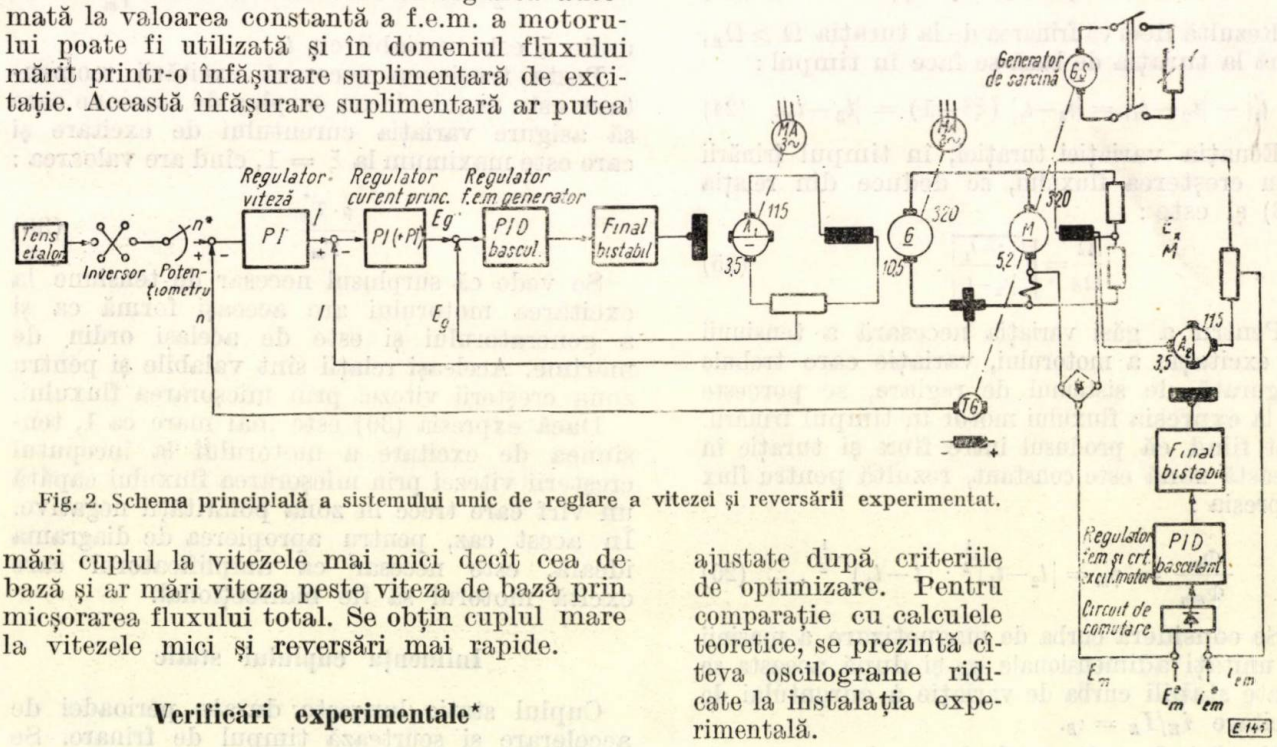


Fig. 2. Schema principială a sistemului unic de reglare a vitezei și reversării experimentat.

Verificări experimentale*

Din considerațiile teoretice expuse mai sus, se deduce că sistemul de reglare trebuie să asigure menținerea cît mai constantă a curen-

În figura 3 este reprezentată variația turației motorului în timpul unei reversări de la $\pm$ 600 rot/min în zona fluxului motor constant.

Se observă liniaritatea foarte bună și în concordanță cu curba *1* din figura 1. Depășirea este mică. Accelerația constantă este favorabilă

* La experimentări a contribuit și tov. ing. *I. Landau* de la „Automatica".

lanțului cinematic. Durata reversării este 1,1 în loc de 0,9 calculată pe baza formulei (3) ($T_m = 0{,}22$ s, $e_m = 128$ V, $R_t = 1{,}4\Omega$, $I_{mM} = 45$ A).

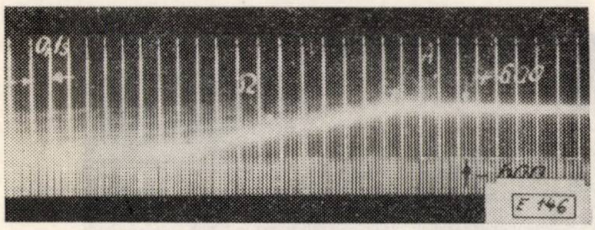


Fig. 3. Oscilograma turației motorului la reversarea de la ∓600 rot/min în zona fluxului constant.

În timpul acestei reversări curentul a fost constant (fig. 4) cu o ridicare inițială în timp

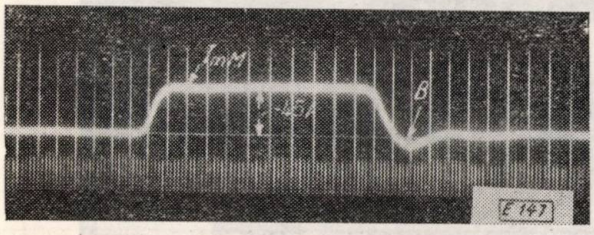


Fig. 4. Oscilograma curentului principal în timpul reversării de mai sus.

de 0,1 s, practic fără depășire, ceea ce a asigurat liniaritatea turației (corespunde cu curba ideală *3* din fig. 1). La sfîrșitul reversării, curentul are un vîrf negativ corespunzător frînării recuperative, prin care se asigură reducerea bruscă a accelerației motorului fără depășire considerabilă (punctele *A* și *B* din oscilogramele *3* și *4*).

Modificarea formei curbei turației în zonele fluxului micșorat este evidentă în figura 5. Reversarea se face între ∓ 1 800 rot/min deci = 2,4 (fig. 5, *a*) și ∓ 1 500 rot/min (fig. 5 *b*). Partea dreaptă corespunde reversării între turațiile de bază (∓ 750 rot/min) și durează 1,2 — —1,3 s în loc de 1,12 s calculat.

În zonele fluxului micșorat, curba urmărește foarte aproape calculul (curba *2*, fig. 1). Durata calculată este 3,8 s, iar cea oscilografiată este 4,4—4,5. Abaterea se datorește timpului de răspuns al regulatoarelor, care este de ordinul 0,1 s și cuplului de pierderi și frecări în motor și la antrenarea generatorului de sarcină.

Deși sistemul de reglare este neliniar în regiunea fluxului micșorat, totuși oscilograma curentului în timpul unei reversări de la ∓ 1 500 rot/min (fig. 6) arată că forma acestuia este foarte aproape de cea ideală. Se observă că ridicarea curentului se face în 0,1 s, depășirea valorii finale a crescut din cauza creșterii constantei de timp a motorului de patru ori (prin micșorarea fluxului). Valoarea maximă a curentului este foarte bine menținută. Durata totală este 3,1 s în loc de 2,8 s, durata calculată. Vîrful negativ (regiunea *C*) este mult mai puțin accentuat pentru că variația accelerației în această regiune este mai mică.

Variația tensiunii la bornele motorului în timpul unei reversări de la ∓ 1 500 rot/min

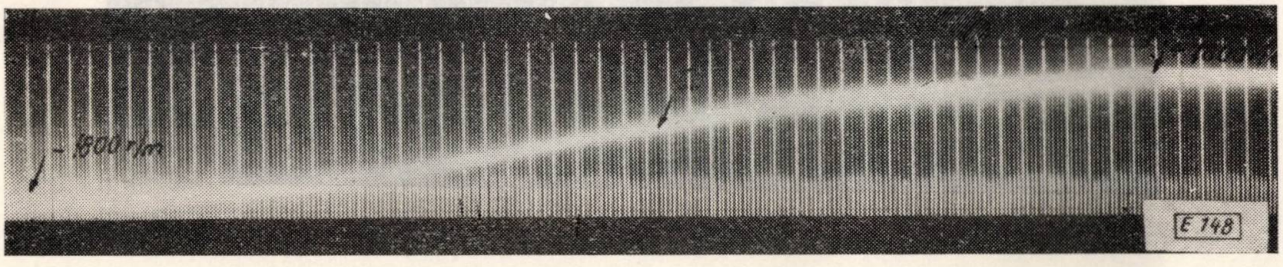


Fig. 5 *a*. Oscilograma turației la reversarea ∓ 1 800 rot/min.

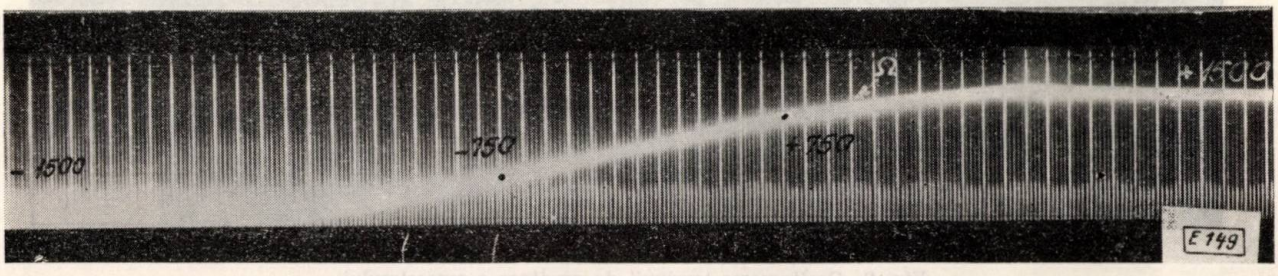


Fig. 5 *b*. Oscilograma turației la reversarea ∓ 1 500 rot/min.

este redată în figura 7. Aceasta trebuie comparată cu curba *4* din figura 1. Se observă saltul inițial necesar creșterii curentului principal

și saltul final invers la revenirea curentului după reversare. Amplitudinea acestui salt corespunde aproximativ valorii calculate 20%. În regiunea fluxului micșorat tensiunea generatorului de excitație a motorului, în timpul reversării de la ∓ 1 800 rot/min.

Asemănarea cu curba *5* din figura 1 este foarte bună. Micșorarea curentului este în

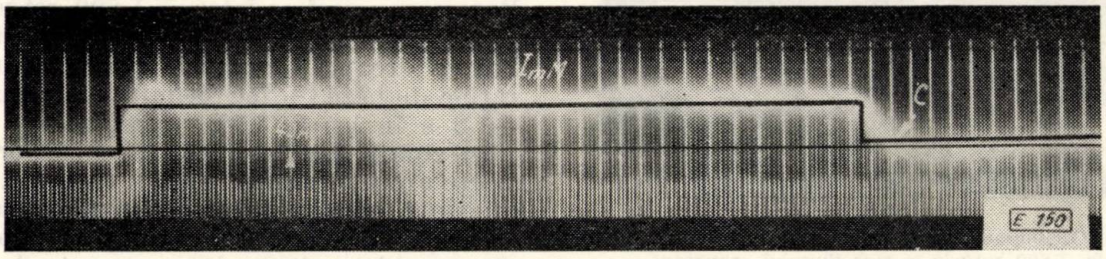


Fig. 6. Oscilograma curentului în timpul reversării ∓ 1 500 rot/min.

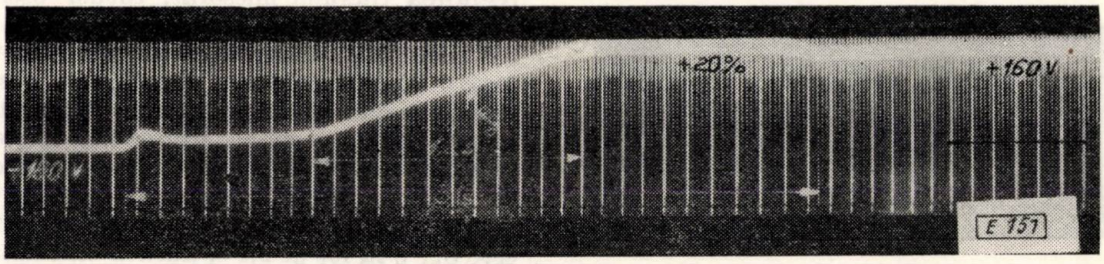


Fig. 7. Oscilograma tensiunii generatorului la reversarea ∓ 1 500 rot/min.

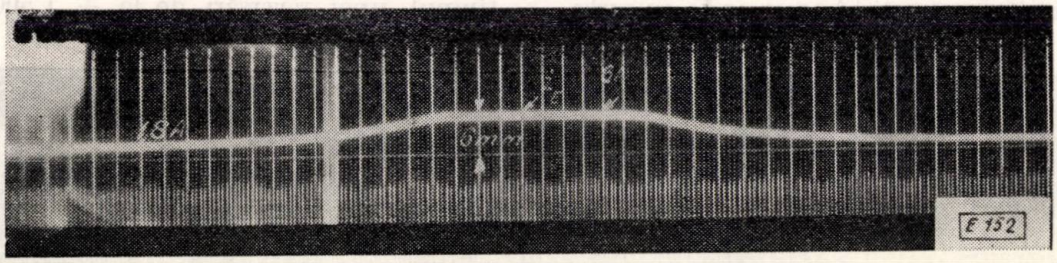


Fig. 8. Oscilograma curentului de excitație.

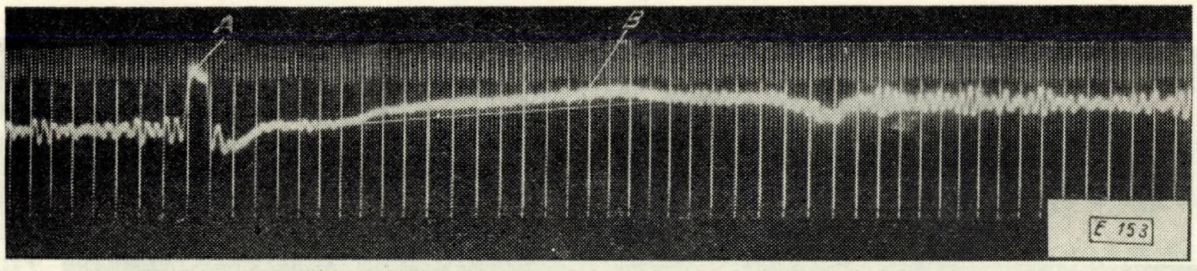


Fig. 9. Oscilograma tensiunii de excitare a generatorului.

toarei se menține constantă, iar în zona fluxului constant variația sa este liniară. Trecerea de la o zonă la alta se face brusc.

Oscilograma (fig. 8) reprezintă variația curentului de excitație a motorului, în timpul reversării de la ∓ 1 800 rot/min.

Asemănarea cu curba *5* din figura 1 este foarte bună. Micșorarea curentului este în raport de 1/3,2 în timp ce a fluxului este de 1/2,4.

Oscilograma din figura 9 redă tensiunea amplidinei notată cu η_e în figura 1 (curba 6). Se

observă vîrful puternic din punctul A prin care se compensează inerțiile din sistem și regiunea B corespunzătoare surplusului de excitare conform expresiei (14).

Tensiunea amplidinei care excită motorul este dată în figura 10. Se observă asemănarea cu curba 7 (fig. 1) atît calitativă cît și cantitativă.

Concluzii

Din oscilograme se constată că reglarea la toate circuitele se face fără oscilație, cu răspuns rapid, cu depășiri mici, deși circuitele cuprind multe elemente inerțiale și neliniare. Pornind de la faptul că astfel de reglări automate sînt posibile, calculele unor acționări complicate pot fi reduse numai la acele ce decurg din ipoteza că reglarea automată este ideală. Se constată că între calcule și rezultatele experimentale potrivirea este bună în cazul studiat mai sus.

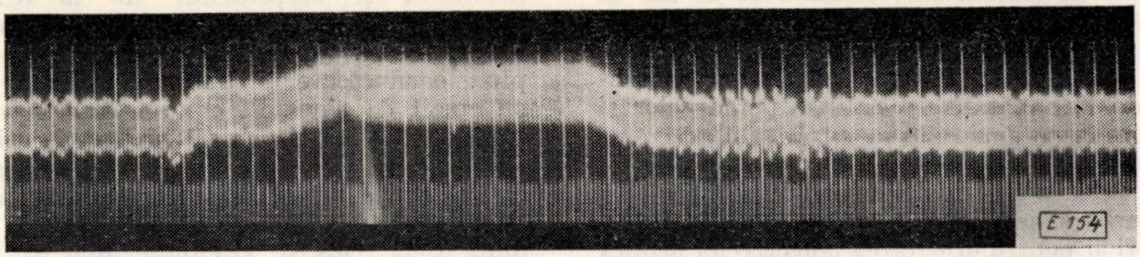


Fig. 10. Oscilograma tensiunii de excitare a motorului.

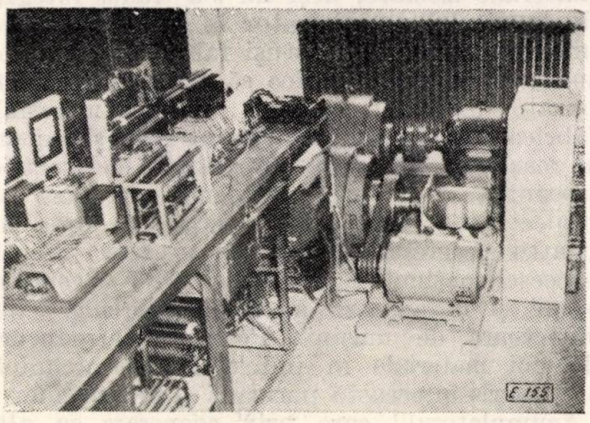


Fig. 11. Fotografia instalației experimentale.

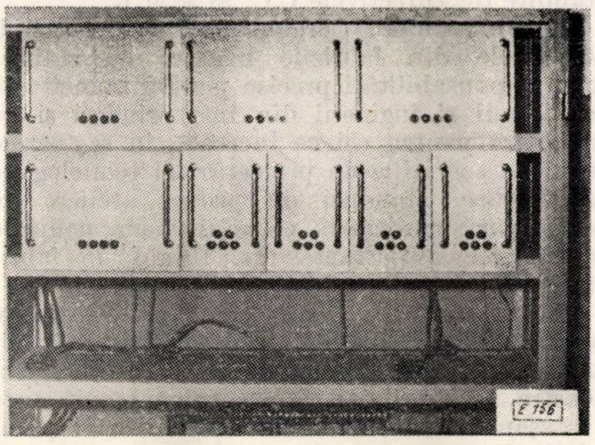


Fig. 12. Fotografia dulapului cu blocurile de reglare.

În figurile 11 și 12 sînt arătate fotografiile instalației experimentale și ale dulapului cu blocurile regulatoare cu tranzistoare.

Bibliografie

[1] *Morozov D.P.*: Principiile de bază ale dispozitivelor electrice de acționare. Editura Tehnică, București, 1952.

[2] *John G. Truxall*: Automatic Feedback Control System Synthesis. Mc Graw-Hill Book Co. New York, 1955.

[3] *Golde E.*: Umformergespeiste Gleichstrom Umkehrantriebe mit Stromrichtererrgung. AEG Mitt. **48** (1958) 11/12, 642–648.

[4] *Damsker D., Weinrich G., Landau I., Brana C.*: Blocuri de reglare automată cu tranzistoare pentru acționări electrice. Comunicare la sesiunea Com. de Automatizare de pe lîngă Academia R.P.R., octombrie 1960. În curs de publicare la Editura Academiei R.P.R.

[5] *Damsker D., Weinrich G., Landau I., Brana C*: Acționarea reversibilă cu reglare optimală în cascadă a curentului și turației. În curs de publicare la Editura Academiei R.P.R.

[6] *Damsker D.* și colectiv: Acționarea și reglarea automată a mecanismelor dispozitivului de strunjit vertical Φ 12 m și de frezat și rabotat $L = 14$ m. Studiu experimental ICET și Automatica 1960.

Angajamente şi realizări în întrecerea socialistă

Contribuţii la introducerea tehnicii noi în industria electrotehnică

Directivele Comitetului Central al P.M.R. cu privire la criteriile principale ale întrecerii socialiste în cinstea aniversării a 40 de ani de la înfiinţarea P.C.R., au mobilizat oamenii muncii din industria electrotehnică într-o activitate susţinută şi sistematică de creaţie tehnică, de îmbunătăţire a calităţii produselor şi de organizare înaintată a procesului de producţie.

În vederea coordonării acţiunilor ce s-au desfăşurat şi continuă a se desfăşura în întreprinderi şi pentru orientarea colectivelor asupra sarcinilor majore ce stau în faţa industriei electrotehnice, DGIET a transmis fiecărei unităţi un plan de măsuri care detaliază obiectivele stabilite de Directivele C.C. al P.M.R.

Sub îndrumarea organizaţiilor de Partid, colectivele din fabricile noastre au stabilit apoi responsabilităţi precise pentru muncitorii, tehnicienii şi inginerii din întreprinderi şi cu deosebire pentru cei ce lucrează în sectoarele tehnice : serviciile de proiectări şi tehnologice, laboratoare, standuri de probe, ateliere de prototipuri, matriţerii, ca şi în toate nodurile tehnologice importante din fluxul de fabricaţie.

Făcînd un scurt bilanţ al primei etape, se constată că sărbătorirea acestui măreţ eveniment din lupta clasei muncitoare din ţara noastră, — a prilejuit o puternică manifestare a ataşamentului oamenilor muncii, a corpului tehnic din industria electrotehnică pentru măreaţa cauză a construirii socialismului. Într-un timp scurt, s-au asimilat produse noi la un înalt nivel tehnic, s-au pus în fabricaţie noi materiale electroizolante, s-au modernizat subansamble sau produse întregi din fabricaţia curentă, s-au aplicat noi procedee tehnologice, s-au executat noi SDV-uri şi utilaje, s-au aplicat noi şi variate metode de organizare a producţiei, s-a dezvoltat o tendinţă de masă pentru ridicarea calificării cadrelor, s-au desfăşurat importante cercetări ştiinţifice, s-au elaborat studii tehnico-economice valoroase, s-au înregistrat succese însemnate în îmbunătăţirea calităţii fabricaţiei.

*

În etapa actuală, perfecţionarea produselor electrotehnice este greu de conceput fără folosirea noilor **materiale electrotehnice** folosite în tehnica contemporană. Cu toate că în acest sector de multă vreme s-a bătut pasul pe loc, întrecerea socialistă în cinstea sărbătorilor de 1 Mai şi 8 Mai a scos la suprafaţă rezerve însemnate. Printr-o muncă tehnică perseverentă, corpul tehnic al Fabricii de cabluri şi materiale electroizolante, cu asistenţa tehnică neobosită şi cercetărilor de la ICET, a reuşit să asimileze într-un timp relativ scurt un sortiment larg de materiale noi ca de exemplu : conductoare de bobinaj profilate izolate cu email de clasă B, conductoare rotunde şi profilate izolate cu email şi fire de sticlă de clasă F, micanita de formare cu şelac şi gliptal, izolaţii cu lacuri siliconice ca sticlomicanita Si, sticlomicabanda Si, izolaţie de crestături sticlă-mică-sticlă SMS-Si, sticlomicafoliu Si, izolaţii din micanită de formare Si pentru tije, sticlotextolit cu răşini epoxidice etc.

Acest salt calitativ în elaborarea de noi materiale izolante, deşi nu s-a tradus integral de la nivelul de laborator la scara producţiei industriale, permite totuşi fabricilor constructoare de maşini electrice să elaboreze proiecte bazate din ce în ce mai mult pe materiale fabricate în R.P.R. Izolarea integrală şi unitară a maşinilor de clase superioare de izolaţie, prezintă azi una din problemele de bază ale proiectanţilor de maşini electrice în lupta lor pentru progresul tehnic; în această direcţie succesele obţinute la FCME şi ICET se completează şi devansează succesele fabricilor constructoare de maşini. Pe linia introducerii de noi materiale în industria electrotehnică, s-a înscris în această perioadă şi întreprinderea „Acumulatorul" care prin cooperare cu alte întreprinderi din ţară a executat primul prototip de casetă bloc presată din ebonită, pentru acumulatoare auto. Acesta este începutul unui vast plan de modernizare a întregului sortiment de acumulatoare ce se fabrică în R.P.R. Noua întreprindere de stat „Fabrica de cabluri" — Tg. Mureş a realizat însemnate progrese în fabricarea conductoarelor izolate cu mase plastice PVC; colectivul harnic al acestei fabrici a obţinut o nouă reţetă de masă plastică PVC rezistentă la joase temperaturi pînă la —30°C care va fi utilizată la cablajele auto şi studiază obţinerea unei reţete noi care să permită mărirea elasticităţii conductoarelor izolate cu masă PVC.

Grăbirea ritmului de **asimilare a produselor noi** a constituit, putem spune, factorul comun al întrecerii socialiste în toate întreprinderile. Depăşind sarcinile de plan sau abordînd chiar produse noi care nu erau prevăzute în plan, colectivele din fabricile DGIET au reuşit să asimileze în diferite faze, un sortiment larg de produse electrotehnice. Se impune a sublinia că în această direcţie pe lîngă FCME,

fabricile „Klement Gottwald", „Grigore Preoteasa", „Steaua Electrică"-Fieni şi Electroputere"-Craiova, au obţinut cele mai frumoase rezultate. Astfel la „Klement Gottwald" s-au executat 4 motoare asincrone din seria unitară, s-au executat pentru prima dată în R.P.R. două motoare asincrone trifazate cu rotor în scurtcircuit cu numărul de poli comutabili (750 şi 375 rot/min) destinate industriei petrolifere, s-au elaborat proiectele servomotorului pentru macarale turn, ale gabaritelor 1 şi 2 din noua serie de motoare antiexplozive, ale noului generator sincron de 30 kVA cu tensiune stabilizată de tip invers, s-a terminat prototipul grupului convertizor de sudură la 1 500 rot/min cu reglaj la distanţă şi cu posibilităţi de alimentare la mai multe tensiuni, avînd greutatea cu circa 22% mai mică decît a actualului grup. Cheia succeselor în introducerea tehnicii noi la această întreprindere, deţinătoare a steagului de fruntaşă pe ramură, a constituit-o şi în această perioadă controlul şi îndrumarea de către organele de partid atît la nivelul secţiilor şi serviciilor, cît şi la nivelul întregii întreprinderi.

Uzinele „Grigore Preoteasa" şi-au propus un plan cuprinzător pe linia modernizărilor şi al grăbirii asimilării produselor noi. Cuprinzător este însă şi bilanţul: definitivarea şi avizarea proiectului noului aparat telefonic, proiectarea contorului monofazat cu suprasarcină 400%, executarea a 5 prototipuri de redresori pentru acumulatoare, prototipul modernizat de generator de apel cu semiconductoare, proiectarea centralei automate de instituţie cu 1 000 linii şi multe altele. Întreprinderea „Steaua Electrică" a executat primele becuri mate interior şi opalizate. Uzina „Electroputere"-Craiova a executat prima serie de descărcătoare cu rezistenţă variabilă a căror realizare constituie încoronarea cu succes a unor laborioase cercetări şi experimentări efectuate la Institutul de cercetări electrotehnice din Bucureşti, în colaborare cu fabrica. S-au pus în fabricaţie de asemenea prima serie de dispozitive de acţionare cu resoarte a întreruptoarelor, un produs de mare tehnicitate şi separatoarele în sarcină.

Realizarea la UEPC a motorului asincron de 950 kW, 750 rot/min pe diametrul de tolă 990 mm, destinat industriei cimentului marchează un succes de seamă pe calea proiectării raţionale a motoarelor mari în ţara noastră, situîndu-se în rîndul celor mai bune performanţe cunoscute în tehnică.

În prezent proiectanţii de la Craiova analizează critic solicitările electromagnetice, coeficienţii de utilizare şi schemele de izolare şi de ventilaţie ale celorlalte maşini asincrone protejate în vederea asimilării unei noi serii unitare de motoare pînă la 1 000 kW.

Familia de produse născută în cinstea măreţei sărbători este mare. Ea cuprinde condesatoarele de compensare a factorului de putere la 380 V şi 6 kV făcînd parte din seria unitară ce se execută la FCME după studiile ICET, regulatorul cu jet pentru temperatură necesară automatizării furnalelor realizat la întreprinderea „Automatica", servomotorul de acţionare al dispozitivului de acţionare cu resort fabricat la „Electrotehnica", comutatorul automat stea-triunghi automat de 63 A la „Electroaparataj" şi altele.

S-au aplicat în această perioadă şi anumite **procedee tehnologice noi** printre care citäm: introducerea electroeroziunii în confecţionarea matriţelor şi dispozitivelor la „Automatica", prelucrarea completă a axelor motoarelor în scurtcircuit, fără pachet rotor la „Electromotor" reducîndu-se în acest fel manopera cu 20%, determinarea rezistivităţii electrice a porţelanului pe cale electrică la „Electroceramica", experimentarea prelucrării mecanice pe maşina de copiat cu comandă program la „Klement Gottwald" modernizarea tehnologiei de şlefuire a sticlei la „Steaua Electrică" etc.

Conferinţa organizată de DGIET la 20 aprilie a.c. cu fabricile constructoare de maşini electrice, ce concură la asimilarea seriilor unitare de motoare, a scos în evidenţă în mod convingător că ameliorarea tehnologiei de fabricaţie a circuitelor magnetice şi a coliviilor rotorilor pot contribui nemijlocit la îmbunătăţirea randamentului şi a indicilor economici ai maşinilor.

Dotarea secţiilor productive **cu SDV-uri, utilaje şi instalaţii de mică mecanizare** a făcut obiectul întrecerii socialiste în multe întreprinderi, obţinîndu-se rezultate îmbucurătoare. Astfel, ca o realizare deosebită se impune a fi citată instalaţia de preparare şi turnare a răşinilor sintetice (de tip „Dinox 110") ce se experimentează la „Electroputere"-Craiova. Folosirea răşinilor epoxidice, studiate şi experimentate minuţios de ICET în colaborare cu diferite uzine, creează premisele ridicării performanţelor transformatoarelor de măsură întradevăr la nivelul celor mai reuşite tipuri din străinătate.

Instalaţia nouă de preparat pasta necesară fabricării acumulatoarelor la „Acumulatorul", mecanizarea spălării nisipului (pentru reducerea procentului de oxizi de fier) la „Electrofar", introducerea sitării mecanice a pulberii de cupru şi a dispozitivului de reglare a presiunii la presarea blocurilor de bronz grafitat la întreprinderea „Electrografitul", introducerea unui dispozitiv de etalonare a condensatoarelor variabile şi în general completarea şi verificarea echipamentului de SDV-uri la fabricarea aparatelor de radio recepţie, proiectarea, executarea şi punerea în funcţiune (cu mijloace proprii) a capului maşinii de extrudere cauciuc la „Fabrica de cabluri" Tg. Mureş (prin care se ridică productivitatea cu 20%), darea în func-

țiune a mașinii de tuns capace (care aduce economii anuale de 12 000 lei) la uzina „Grigore Preoteasa", extinderea uscării pieselor vopsite în cuptoare cu radiații infraroșii la „Klement Gottwald" completează lista realizărilor întreprinderilor electrotehnice.

Exemplele citate arată că majoritatea întreprinderilor și-au concentrat atenția în mod just înspre completarea echipamentului tehnologic și extinderea micii mecanizări, căi sigure ce duc la ridicarea calității și mărirea productivității muncii.

Este ușor de înțeles că măsurile expuse pînă aici trebuie să conducă mai curînd sau mai tîrziu la **ameliorarea calității fabricației.** În afară de acestea însă, colectivele din întreprinderi și-au îndreptat atenția înspre obiective concrete, fie de natură tehnică, fie organizatorică, în măsură să îmbunătățească activitatea controlului tehnic de calitate sau să determine nemijlocit ridicarea calității la un reper dat, la un proces tehnologic dat sau pe întregul flux tehnologic. Făcînd bilanțul primei etape se poate spune că și preocuparea pentru îmbunătățirea calității constituie factorul comun al măsurilor luate în fiecare întreprindere. În mod deosebit însă se evidențiază măsurile și rezultatele bune de la întreprinderile „Electrotehnica", „Electrobanat", „Grigore Preoteasa", „Electrofar" și „Electronica".

Întreprinderea „Electrotehnica" de exemplu a întocmit planuri de calitate foarte detaliate, la principalele produse urmărindu-se : îmbunătățirea echilibrării dinamice a rotoarelor, turnarea reperelor mărunte la ceară pierdută, îmbunătățirea deparazitării, îmbunătățirea finisării, asigurarea cablajelor de conexiuni etc. La acestea s-au adăugat și măsuri eficiente de ridicare a nivelului tehnic al controlorilor ca : examinarea exigentă a tuturor controlorilor și repartizarea lor conform pregătirii profesionale atestate, organizarea cursurilor de specializare a controlorilor, analiza trimestrială a activității Serviciului control tehnic, organizarea de consfătuiri trimestriale cu principalii beneficiari ai produselor fabricii. Un asemenea plan concret de măsuri care în cinstea zilei de 8 Mai a fost integral realizat, explică prestigiul crescînd de care se bucură întreprinderea în rîndul consumatorilor, ca și lipsa oricărei reclamații de calitate în evidențele Direcției Generale.

Măsuri severe de recepție calitativă a materialelor și semifabricatelor s-au luat în această perioadă la multe întreprinderi și rezultatele nu au întîrziat să apară. Astfel Întreprinderea de fabricație și montaj ascensoare își construiește un banc de probă pentru recepționarea în sarcină a troliilor aprovizionate de la altă întreprindere. Întreprinderea „Electrofar" recepționează nu numai prin sondaj, ci bucată cu bucată semifabricatele primite de la „Electrobanat", în același timp se intensifică aici controlul interoperațional în propriile ateliere pentru a preveni sau înlătura la timp rebutul. Întreprinderea „Electrobanat", sub îndrumarea organelor locale de partid și cu concursul specialiștilor de la Institutul politehnic și de la ICET a întocmit un studiu de înalt nivel tehnic al tuturor factorilor (începînd cu materia primă și terminînd cu ambalajul) care influențează negativ asupra calității produselor, pe faze tehnologice și la produsele finite. Pe baza unui asemenea studiu analitic, atît organele tehnice din întreprindere cît și ale DGIET pot acționa sigur asupra calității produselor. Uzinele „Electronica" analizînd măsurile ce trebuie luate în lumina Directivelor C.C. al P.M.R. pentru îmbunătățirea calității unor radioreceptoare care nu respectau condițiile tehnice, a ajuns la concluzia că trebuie făcut apel și la alți specialiști cu o înaltă pregătire teoretică. Cerînd ajutorul organelor de partid, un grup de cadre didactice de la Institutul politehnic-București au primit sarcina de a studia schema aparatelor în cauză; propunerile valoroase făcute de aceștia au condus la îmbunătățirea treptată a calității condiției. Organele de control tehnic de la uzina „Klement Gottwald" au folosit o metodă deosebit de eficace : în loc să recepționeze piesele turnate la fabrică, au trimis controlori la fabricile subfurnizoare unde făcînd observații în timp util, au prevenit livrarea de piese turnate necorespunzător.

Învățămintele ce se desprind din întrecerea socialistă în cinstea aniversării partidului sînt deosebit de prețioase. Inițiativa și elanul oamenilor muncii s-au manifestat cu succes în toate întreprinderile, atunci cînd a existat hotărîrea de a apăra marca fabricii.

Nu sînt lipsite de interes **și măsurile de organizare a producției** ce s-au luat în întreprinderi pentru mărirea productivității, reducerea prețului de cost, folosirea rațională a suprafețelor de producție, desfășurarea ritmică a producției, încărcarea rațională a utilajului. Asemenea măsuri au determinat realizarea și depășirea angajamentelor luate în întrecerea socialistă pe linia planului de producție și a economiilor peste plan.

Omul însă, specialistul, este elementul principal care în mod conștient introduce tehnica nouă în procesul de producție. De aceea în mod just, atenția multor colective a fost îndreptată în cadrul întrecerii, înspre **ridicarea calificării profesionale** a muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor care lucrează în sectoarele cu un pronunțat caracter tehnic. Astfel la uzina „Klement Gottwald" s-a desfășurat întrecerea pentru cele mai bune note la colocviul parțial în cadrul cursului de construcții de mașini și aparate electrice organizat cu personalul mediu din serviciul de proiectări.

Tot acolo s-a întocmit programul de școlarizare a muncitorilor de la atelierul de proto-

tipuri, urmînd să înceapă cursul de minim tehnic. La întreprinderea „Electrotehnica", pe lîngă cursul de specializare al controlorilor, s-a organizat un ciclu de conferințe tehnico-științifice cu cadrele din serviciile tehnice. La Întreprinderea de ascensoare s-a organizat un curs de calificare a muncitorilor din secția montaje, la „Electroputere" se desfășoară cursuri de calificare a controlorilor și a muncitorilor, la FCME s-au organizat cursuri de ridicare a calificării muncitorilor de la atelierele de condensatoare, impregnare și stratificare, la „Electronica" s-a organizat cursul de ridicare a nivelului tehnic al maiștrilor, la „Automatica" se desfășoară o intensă documentare pentru specializarea proiectanților în sisteme și elemente de automatizare. Ridicarea gradului de pregătire profesională constituie astăzi cheia progresului tehnic și trebuie să formeze în continuare obiectivul permanent al întrecerii socialiste în toate întreprinderile.

Apreciind importanța pregătirii profesionale a cadrelor, nu trebuie omis sau subestimat rolul covîrșitor pe care-l are **cercetarea științifică** în etapa actuală. În realizarea obiectivelor propuse de întreprinderi în cinstea zilei de 8 Mai, cercetările desfășurate de ICET au avut o influență remarcabilă. Se impune să se reliefeze aportul adus de ICET la elabroarea de noi materiale electroizolante, la studiul prafurilor de presare, la asimilarea rezistențelor glazurate, la experimentarea rășinilor epoxidice, la elaborarea discurilor cu rezistență variabilă, la asimilarea seriei de condensatoare de forță, la studierea seriei unitare de motoare asincrone 0,6—100 kW, la studiul încălzirii și ventilației transformatoarelor cu țevi etc. ICET a întocmit în această perioadă și cercetări care urmează să influențeze asupra produselor întreprinderilor electrotehnice, în etapa următoare. Așa sînt : studiul asimilării de noi materiale izolante și profilarea FCME, studiul tehnico-economic al seriei unitare de motoare capsulate de puteri peste 100 kW, studiul și încercarea la scurtcircuit a transformatoarelor de forță, studiul coordonării izolației și al protecției autotransformatoarelor de mare putere cu reglaj, studiul și experimentarea siguranțelor de joasă tensiune cu mare putere de rupere, experimentarea tehnologiei podurilor rulante prin radio etc. Apropiind cît mai mult tematica de cercetare de problemele tehnice ale întreprinderilor, lucrările ICET au constituit în această perioadă nu numai un ajutor, un accesoriu, ci o premisă hotărîtoare a introducerii tehnicii noi în industria electrotehnică. Cu certitudine că în perioada ce urmează, rolul și ponderea cercetărilor tehnico-științifice atît la nivelul întreprinderilor, cît și în raporturile de lucru ale ICET-ului cu întreprinderile, se vor dezvolta în continuare.

VALERIU CIOFU *

* Tov. Ing. *V. Ciofu* este Șeful Serviciului Tehnic D.G.I.E.T. din M.M.C.M.

Recenzii

P. DIMO: **Timpul de lansare a unei rețele. Caracteristici și posibilități de determinare.** Rev. gén. Electr. 69 (1960) 12, 645—666, 12 fig. 3 tab. 3 anexe, 7 ref. bibliografice.

Autorul își propune să analizeze timpul de lansare din rețeaua de alimentare a regiunii pariziene cu ajutorul metodei grafice a nodurilor, dezvoltată de dînsul într-o serie de lucrări *. La această metodă legăturile la un nod care se analizează se reprezintă prin vectorii curenților de scurtcircuit ce apar dacă tensiunea în nod se anulează. O diagramă care reprezintă curenții de scurtcircuit în fază și în cuadratură cu tensiunea permite de a stabili în același timp unghiurile de poziție a rotoarelor, factorii de putere, impedanțele generatoarelor și, din suma vectorială a curenților, caracteristicile fundamentale ale generatorului echivalent.

Pe grafic se studiază nu numai regimul static ci și cel dinamic care apare la o modificare bruscă în starea rețelei. Este foarte important că apare imediat care unitate funcționează mai stabil și care este periclitată a ieși la suprasarcini statice sau dinamice din regimul stabil.

Metoda se aplică la rețeaua regiunii pariziene, urmărind calculele și experiențele efectuate de către inginerii francezi [Lahen, Robert, Farez, Rev. gén. Electr. 65 (1956) p. 571], privind „timpul de lansare" a rețelei. Se studiază cele două noduri mai importante în diferite ipoteze și faze : schimbarea bruscă a sarcinii, regimul dinamic care urmează o astfel de schimbare, modificarea repartizării sarcinilor active și reactive ale generatoarelor. Rezultatele calculelor se concentrează într-un tablou recapitulativ, comparîndu-se cu constatările experimentale. Se constată o coincidență mai bună a rezultatelor decît aceea a studiului francez. Din analiza critică a premiselor și calculelor studiului francez efectuat pe trei căi diferite, inclusiv o mașină electronică de calcul, rezultă că deși o parte din rezultate coincid, unele afirmații (p. 3 și următoarele) se infirmă stabilindu-se concluzii noi. Astfel, timpul de lansare aparent într-un nod este redus din cauza scăderii tensiunii și a oscilațiilor de sincronizare și suferă variații în funcție de felul sarcinii. Toate aceste dependanțe reies clar din studiul diagramei și metodei propuse de autor, care se dovedește multilaterală, simplă și eficace.

A. A.

CZ 02 :061.6 : 5

A. AVRAMESCU și V. CÎNDEA: **Introducere în documentarea științifică.** Editura Academiei R.P.R., București, 1960.

În etapa actuală, introducerea tehnicii înaintate în toate ramurile economiei naționale are o importanță deosebită în opera desăvîrșirii construirii socialismului în țara noastră.

Rapida dezvoltare a științei și tehnicii în ultimul timp, necesitatea ca roadele bogate ale cercetărilor științifice să fie introduse neîntîrziat în producție, scot tot mai mult în evidență rolul pe care trebuie să-l aibă informarea și documentarea tehnico-științifică în lupta care se desfășoară pe un front larg pentru introducerea progresului tehnic în economie, în ridicarea nivelului tehnic al producției.

Organizarea activității de informare și documentare la un nivel cît mai înalt, astfel ca să poată contribui într-o măsură tot mai mare la rezolvarea sarcinilor complexe puse de construirea socialismului, este privită cu toată seriozitatea și i se creează cele mai bune condiții.

Lucrarea apărută de curînd, „Introducere în documentarea științifică", de tov. A. Avramescu și V. Cîndea — lucrare vastă și multilaterală — aduce o contribuție prețioasă la soluționarea multor probleme legate de lupta pentru progresul tehnic, pentru o cît mai completă și rapidă informare a tuturor cadrelor din toate domeniile construcției noastre socialiste, pentru o cît mai rodnică activitate în domeniul muncii de documentare.

Cartea este împărțită în patru mari capitole și la întocmirea și ordinea succesiunii lor s-a ținut seama de etapele care trebuie străbătute în munca complexă de documentare. Astfel, capitolul I se ocupă de rolul și importanța documentării, de evoluția și organizarea documentării în țara noastră, în U.R.S.S. și în celelalte țări ale lagărului socialist. Capitolul I cuprinde la rîndul său 26 de subcapitole.

Capitolul II cuprinde izvoarele generale ale documentării, organismele care se preocupă cu activitatea de informare și documentare. Acest capitol este împărțit în 35 de subcapitole.

Capitolul III se ocupă cu documentele înfățișînd forma acestora, conținutul și valoarea lor informativă. Autorii au împărțit documentele în informații orale, documente grafice, documente sub formă de imagini, documente auditive-vizuale, diverse piese reunite în colecții și muzee. Acest capitol conține 124 de subcapitole.

Capitolul IV și ultimul prezintă fazele documentării și îndrumă pe cititor cum să valorifice cunoștințele acumulate. Tot aici sînt arătate condițiile necesare care trebuie să asigure o bună funcționare a documentării, modul cum trebuie elaborată o lucrare, cum trebuie să fie alcătuită o bibliografie etc. Capitolul IV este împărțit în 40 de subcapitole.

La fel de utile și interesante sînt anexele, care cuprind date cu privire la organizațiile internaționale de documentare, la centrele naționale, la repertorii de anticariate, edituri și centre de schimb de publicații și microfilme. De asemenea sînt indicate izvoare bibliografice generale și lucrări de referințe, termeni utilizați în descrierea publicațiilor cum și corespondenții acestora în 14 limbi. Sînt date standardele aplicate în tehnica activității de documentare, prescurtarea principalelor titluri și elemente descriptive întrebuințate în diverse lucrări și referințe bibliografice.

Cartea, „Introducerea în documentarea științifică", nu se adresează numai lucrătorilor din domeniile specifice activității de documentare. Ea se adresează tuturor cercetătorilor științifici, cadrelor din învățămîntul superior, tehnicienilor, altor categorii de lucrători, studenților etc.

Acad. Horia Hulubei, subliniind importanța acestei lucrări, arată în prefața pe care o semnează că : „Adaptată realităților socialiste, ea va găsi, socotesc, un interes deosebit atît la cercetătorii din R.P.R. cît și la cei de peste hotare, în special din țările socialiste, unde preocupările de bază, în această direcție sînt considerate și tratate sub diferitele lor aspecte"

Lucrarea ing. A. Avramescu și V. Cîndea constituie un prețios instrument în îmbunătățirea muncii de informare și documentare pus la îndemîna întreprinderilor, institutelor, cercetătorilor, lucrătorilor din sectoare de documentare etc., contribuind la cunoașterea în tot mai mare măsură a literaturii tehnico-științifice de specialitate, a realizărilor celor mai înaintate în știință și tehnică, la introducerea în producție a tot ceea ce este nou și progresist și răspunde sarcinilor legate de înfăptuirea obiectivelor puse de planul de șase ani pentru economia noastră națională, de ridicarea nivelului tehnic al producției.

G. M.

CZ 621.318.823.5

Prof. MATEI MARINESCU: **Lucrul mecanic percutant maxim și valoarea sa la mașini cu acțiune percutantă.** „Electrie" (R.D.G.), nr. 12, 1960.

Articolul se referă la acele mașini electrice cu acțiune percutantă, ca relee, ciocane etc., la care lucrul mecanic se cedează prin șoc — spre deosebire de mașinile electrice care dezvoltă lucrul mecanic în mod continuu sub forma unei sarcini rezistive sau a unui cuplu rezistent.

În lucrare se arată că, spre deosebire de cazul în care lucrul mecanic se dezvoltă în mod continuu, în cazul dezvoltării lucrului mecanic prin șoc nu au fost cercetate — pînă în prezent — condițiile optime și valoarea lucrului mecanic percutant maxim.

Autorul determină, în cazul cînd acțiunea percutantă este exercitată de armătura în mișcare rectilinie a unui electromagnet, alimentat în curent alternativ, care sînt condițiile

---

* *P. Dimo* : Analiza rețelelor electrice prin suprapunerea nodurilor și utilizarea curenților de scurtcircuit, Ed. Tehnică, București, 1959.

P. Dimo : L'analyseur graphique. CIGRÉ, 1958, Rap. no. 302.

în care acțiunea percutantă este maximă și valoarea acestui maxim.

Astfel, armătura în mișcare, constituind un rezonator mecanic, percutant, o primă condiție pentru efectuarea lucrului mecanic percutant maxim *este o condiție de rezonanță*, care ca și în cazul în care lucrul mecanic se dezvoltă continuu se traduce prin aceea că frecvența proprie a rezonatorului percutant trebuie să fie egală cu frecvența forței aplicate.

O a doua condiție *specifică cedării lucrului mecanic prin șoc* — condiție care determină poziția și momentul șocului — este ca forța elastică a rezonatorului mecanic să facă echilibrul diferenței dintre forța medie F_0 și amplitudinea F a forței sinusoidale aplicate, în poziția de șoc. Dacă $F_0 = F$ atunci forța elastică în poziție de șoc trebuie să fie nulă. Dacă $F_0 > F$ forța elastică trebuie să fie de compresiune (resort precomprimat); dacă $F_0 < F$ forța elastică va fi de tensiune (resort întins).

În lucrare se dă și expresia puterii mecanice maxime cedate prin șoc, precum și elongația maximă a armăturii mobile care este de trei ori mai mare decît deformația corespunzătoare forței constante F_0, în cazul cînd se respectă condițiile optimului.

În încheiere se arată, de asemenea, importanța realizării condiției „specifice" de mai sus pentru obținerea efectului maxim. Abateri mari de la condițiile optime se traduc prin reducerea considerabilă a efectului percutant maxim.

M. M.

Documentare

Z 621.3.011.1+018.33:538.512

Teorema energiei electromagnetice în regimul deformant al cîmpului electromagnetic. [După V. Ionescu: Studii și cercetări de energetică **10** (1960) nr. 4, pag. 819—826, 19 formule și 3 referințe bibliografice.]

Autorul expune o metodă care permite să se aplice unele rezultate ale teoriei spațiilor Hilbert la studiul fenomenelor conservative ale puterii în regimul deformant al cîmpului electromagnetic. Regimul deformant al cîmpului electromagnetic este prezentat prin ecuațiile vectoriale menționate în lucrare. După prezentarea generală a elementelor de bază și stabilirea unor definiții și notații se trece la prezentarea teoremelor de conservare a puterilor active și complimentare vectoriale. Se face apoi o aplicație într-o bază ortogonală a spațiului Hilbert.

Se reușește să se obțină o sistematizare a prezentării fenomenelor conservative, o riguroasă clasificare a tipurilor de putere care apar în regimul deformant al cîmpului electromagnetic. Ca rezultat final se indică printre altele un mod de compensare a regimului deformant prin utilizarea filtrelor de construcție specială.

P.B.

CZ 621.3.048.8:024

Încercarea izolației în curent continuu. [După Vajda G.: Electrotehnika—Budapesta **53** (1960) nr. 9, pag. 402—410, 12 figuri, 1 tabelă, 22 formule, 21 referințe bibliografice.]

În cadrul lucrării se examinează problema încercării cu tensiune continuă. La început se prezintă fenomenologia polarizării și de apariție a curentului prin materiale izolante supuse la încercări cu tensiune continuă. În acest scop se analizează influența pe care o au temperatura, conductibilitatea și sarcina asupra valorii curentului care trece prin material.

Se descrie practica de măsurare a rezistenței de izolație și se analizează teoretic și experimental problemele legate de absorbție.

Pe baza analizei făcute, autorul arată tipurile de măsurători care trebuie făcute în cazul încercărilor în curent continuu, ale izolației mașinilor, cablurilor, transformatoarelor și aparatelor.

P.B.

CZ 621.3.066.6.017.7

Contribuții la calculul încălzirii contactelor electrice plane finite. [După A. Avramescu: Studii și cercetări de energetică, **10** (1960) nr. 1, pag. 111—125, 28 formule, 2 figuri, 3 anexe, 12 referințe bibliografice.]

Calculul încălzirii contactelor este util inginerilor care exploatează sau proiectează aparatele electrice cu contacte. Pe baza preocupărilor anterioare (Comunicările Academiei R.P.R. 9/1959, pag. 105—113), cînd a stabilit soluția generală a problemei încălzirii unei bare conductoare în contact electric frontal prin care trece un curent electric constant, autorul prezintă în lucrarea de față soluțiile particulare în diferite cazuri concrete. Se analizează astfel: 1) starea staționară corespunzătoare timpului infinit al procesului și luînd un punct din pătura de contact; 2) cazul unei izolări termice laterale, cînd se neglijează căldura transmisă prin suprafața laterală, ceea ce conduce la simplificarea ecuației diferențiale; 3) cazul răcirii capetelor, cînd se poate considera temperatura acestora constantă; 4) cazul izolării laterale și răcirii la capete; 5) cazul lungimii mari a barelor cînd se poate considera că temperatura de la capăt nu are influență asupra stării din apropierea contactelor.

De asemenea, sînt studiate procesul adiabatic din timpul fenomenului tranzitoriu cînd se neglizează convecția și modul de încălzire la trecerea unui curent variabil în timp.

În cazurile menționate s-au stabilit relații care pot fi utilizate în efectuarea calculelor practice.

P.B.

CZ 621.313.32.012.8

Generatorul echivalent al mai multor mașini sincrone în regimuri tranzitorii electromagnetice. [După F. Manea: Studii și cercetări de energetică **10** (1960) nr. 2, pag. 343—351, 7 formule, 8 referințe bibliografice.]

În studiul prin calcul sau pe modele al rețelelor complexe este necesară, de cele mai multe ori, înlocuirea generatoarelor de construcții diferite, printr-un generator unic; generatorul echivalent trebuie să se comporte în regim tranzitoriu, ca ansamblul, generatoarelor pe care le înlocuiește. În lucrare, autorul determină în cazul general tensiunile electromotoare interne, reactanțele și constantele de timp ale unei mașini care să echivaleze din punct de vedere al regimului tranzitoriu, un ansamblu de mașini conectate în paralel. Rezolvarea problemei puse este făcută cu ajutorul calculului operațional, iar pentru găsirea echivalenței se consideră cazul conectării la un sistem de putere infinită a mai multor mașini care funcționează în paralel, rotindu-se cu viteza w. Autorul ajunge (pe baza calculului efectuat) la concluzia că echivalarea unui grup de generatoare printr-un generator unic este posibilă pentru regimul tranzitoriu, cu condiția ca mașinile să funcționeze sincron cu sistemul și să aibă constantele de timp ale componentelor aperiodice aceleași. În aceste condiții, relațiile de calcul ale parametrilor echivalenți sînt practic utilizabile, avînd o formă simplificată.

P.B.

CZ 621.313.32.013.8.004

Criterii pentru aprecierea tehnico-economică a schemelor de excitație a mașinilor sincrone. [După C. Apetrei: Studii și cercetări de energetică 10 (1960) nr. 1, pag. 127—144, 3 figuri, 18 formule, 1 tabelă, 7 referințe bibliografice.]

Diversitatea schemelor și sistemelor de excitație existente în exploatare sau în stadiu de experimentare impune stabilirea unor criterii de alegere a acestora funcție de avantajele tehnice și economice cu considerarea unităților la care se utilizează. În articol, autorul, după ce prezintă considerații

generale asupra terminologiei, a schemelor şi a sistemelor de excitaţie, pune în evidenţă criteriile pentru aprecierea performanţelor schemelor de excitaţie a maşinilor sincrone. Astfel se analizează amănunţit: 1) eficacitatea funcţională a sistemului de excitaţie cu considerarea limitelor de variaţie a puterii de excitaţie, caracteristicilor statice şi dinamice ale sistemului de excitaţie; 2) siguranţa în funcţionare a schemelor de excitaţie cu considerarea structurii schemei şi a numărului de elemente omponente; 3) economicitatea schemei de excitaţie caracterizată prin randamentul global, cheltuielile necesare exploatării, costul elementelor componente etc.

Criteriile stabilite permit alegerea concretă pe baze ştiinţifice a schemei de excitaţie optimă; pentru aceasta se indică a se aplica iniţial criteriul eficacităţii funcţionale, iar schema aleasă să fie comparată cu altele din punct de vedere al siguranţei şi economicităţii.

P.B.

CZ 621.313.32.—81.042.13 : 017.7

Pierderile în rotorul masiv al turboalternatorului la funcţionarea în regim asincron. [După C. V. Bălă: Studii şi cercetări de energetică **10** (1960) nr. 2, pag. 353—367, 7 figuri, 30 formule, 14 referinţe bibliografice.]

Funcţionarea în asincron a turboalternatorului poate apare în cazul defectării înfăşurării de excitaţie a acestuia. Menţinerea în funcţiune a generatorului este utilă în anumite condiţii, pentru asigurarea alimentării consumatorului. Funcţionarea în asincron este limitată, (încălzirea statorului şi a înfăşurării acestuia) printre altele şi de pierderile în rotor care determină caracteristica, puterea funcţie de alunecare. Pierderile din rotor sînt calculate de autor pentru zona dinţilor şi a jugului inductor prin considerarea componentelor cîmpului magnetic învîrtitor. Valorile pierderilor calculate sînt comparate cu cele măsurate, găsindu-se o concordanţă bună, ceea ce atestă exactitatea relaţiilor stabilite şi a ipotezelor de calcul făcute. Pe baza aplicării calculelor la turboalternatoare, autorul ajunge la concluzii utile exploatării (puterea de desprindere se măreşte dacă rotorul este crestat uniform; turboalternatoarele cu reactanţă sincronă 2 pot debita puterea activă în sistem, dar iau în schimb putere reactivă etc.).

P.B

CZ 621.313.32.013.82 : 621.317.722.2

Studiul critic experimental al schemelor de forţare a excitaţiei generatoarelor sincrone. [După D. Creţu: Studii şi cercetări de energetică **10** (1960) nr. 1, pag. 144—158, 4 figuri, 13 referinţe bibliografice.]

Forţarea excitaţiei generatoarelor sincrone este utilă pentru îmbunătăţirea stabilităţii sistemelor electroenergetice în care funcţionează. În aprecierea calităţii schemelor de forţare a excitaţiei, autorul a considerat următorii parametri: plafonul tensiunii, viteza iniţială de creştere, viteza medie de creştere şi factorul de amplificare. Compararea între diferite scheme experimentale este făcută atît pe baza calităţilor funcţionale, cît şi pe considerente economice şi de siguranţă. În lucrare, autorul prezintă rezultatele încercărilor experimentale efectuate pe patru scheme, făcînd observaţii asupra modului de variaţie al curentului şi tensiunii. Pe baza încercărilor efectuate şi a prelucrării rezultatelor obţinute, autorul trage o serie de concluzii din care se menţionează: 1) definirea şi determinarea parametrilor să se facă pentru condiţii reale de funcţionare; 2) realizarea excitatoarelor derivaţie, cu plafon ridicat, rezistenţă şi reacţie a indusului mărite, fac ca acestea să înlocuiască cu succes excitatoarele independente, cu atît mai mult cu cît este, din punct de vedere economic, mai avantajoasă; 3) este raţional să se introducă o înfăşurare serie pentru forţarea excitaţiei atunci cînd este necesară; accelerarea procesului în faza iniţială şi mărirea valorii minime a curentului de excitaţie.

P.B.

CZ 621.314.21.015.34

Transmiterea capacitivă a tensiunii de impuls în transformatoare cu bornă legată la jumătatea înfăşurării de înaltă tensiune. [După S. Lizumov: Elektricestvo **31** (1961) nr. 2, pag. 62—67, 8 figuri, 23 formule, 4 referinţe bibliografice.]

La apariţia undelor de impulsie în înfăşurarea de înaltă tensiune a unui transformator, prin capacităţi se transmite în înfăşurarea de joasă tensiune o supratensiune care în anumite condiţii poate deveni periculoasă pentru izolaţie. După ce arată acest pericol, autorul analizează transmiterea capacitivă a potenţialului, stabilind relaţiile de calcul cu ajutorul unei scheme echivalente formată din capacităţi. Studiul se referă la unda normală de impulsie, precum şi la. unde de diferite forme (unde cu front limitat şi unde tăiate).

Se consideră, în continuare, influenţa capacitivă a înfăşurării de joasă tensiune asupra oscilaţiilor tensiunii în înfăşurarea de înaltă tensiune pentru diferite tipuri de undă.

Dovedind caracterul capacitiv al transmiterii undelor de supratensiune prin transformatoare, precum şi influenţa înfăşurării de joasă tensiune, autorul a stabilit relaţiile de calcul practice care pot fi aplicate cu suficientă exactitate.

P.B.

CZ 538.521.3 : 621.314.25

Efecte capacitive în circuite cu inductanţa periodic variabilă alimentate în curent ondulat şi aplicaţia la realizarea unui nou tip de condensator industrial. [După M. Marinescu: Studii şi cercetări de energetică **10** (1960) nr. 4, pag. 778—795, 50 formule, 1 figuri şi 2 referinţe bibliografice.]

Avantajul realizării unor condensatoare bazate pe utilizarea energiei din cîmpul magnetic se bazează pe faptul că la ponderea volumetrică a acesteia este mai mare decît pentru cea electrică. Acest lucru presupune însă, că se poate realiza în circuit un defazaj al curentului înaintea tensiunii; acest lucru este posibil în anumite condiţii pentru o anumită lege de variaţie statică a inductanţei unui sistem în care partea mecanică este solicitată numai de forţa electromagnetică de atracţie, a curentului, adică în funcţionare ca motor.

În lucrare, autorul prezintă la început formularea matematică a problemei după care trece la rezolvarea ecuaţiilor diferenţiale cu punerea în evidenţă a efectului capacitiv. Stabileşte apoi o relaţie între parametrii (relaţia puterilor oscilante) după care dă formulele de dimensionare a circuitului electric. În concluzie se prezintă efectul capacitiv în condensatorii electromagnetici alimentaţi cu curent ondulat şi care sînt condiţiile pe care trebuie să le realizeze sistemul (mişcarea armăturii să fie sinusoidală, sistemul mecanic să fie rezumativ, factorul de calitate al bobinei să aibă o mărime bine stabilită, variaţia statică să aibă o formă bine determinată etc.).

Lucrarea comportă cinci anexe pentru deducerea a 20 relaţii.

P.B.

CZ 537.315.6 : 621.315.592 : 517.948.5

Rezolvarea circuitelor electrice neliniare cu ajutorul transformării Laplace. [După Fl. Stănciulescu: Studii şi cercetări de energetică **10** (1960) nr. 2, pag. 369—385, 8 figuri, 15 formule, 13 referinţe bibliografice.]

În lucrare se stabileşte o metodă de rezolvare a circuitelor electrice neliniare. Metoda prezentată constă din scrierea ecuaţiei integrale a circuitului în variabile complexe, prin aplicarea transformării Laplace asupra ecuaţiei funcţionale în variabile reale şi rezolvarea ecuaţiei integrale obţinute prin utilizarea unei metode de iteraţie şi aplicînd teorema reziduurilor. Aplicarea acestei metode conduce (alegînd un contur de integrare potrivit în planul complex) la reducerea volumului de calcul în raport cu cel care se obţine la aplicarea iteraţiei în planul real. Calculele au fost conduse în ipoteza dezvoltării elementelor neliniare în polinoame întregi şi cuprind: stabilirea ecuaţiei integrale imagine a circuitelor electrice neliniare, rezolvarea ecuaţiei integrale imagine a circuitelor neliniare cu ajutorul teoremei reziduurilor şi aplicaţii la rezolvarea unor circuite electrice neliniare (circuit cu neliniaritate pătratică, circuit format dintr-o inductanţă şi o rezistenţă în serie cu o inductanţă neliniară alimentate cu o tensiune electromotoare constantă, circuitul oscilatorului electronic). În încheiere, autorul stabileşte domeniul de aplicaţie.

P.B.

CZ 621.315.611.015.51

Curentul de predescărcare în dielectrici solizi de mare grosime. [După N. M. Torbin : Izvestia vîrşih uciobnîh zavedenii Energhetika, **3** (1960) 10, 26—31, 9 formule, 5 figuri, 17 referinţe bibliografice.]

Se analizează pe cale experimentală descărcarea incompletă şi completă, în dielectrici solizi de mare grosime, în cazul încercării cu tensiune de impulsie. Este prezentată şi justificată schema de măsură utilizată, precum şi metodologia de experimentare. Pe baza analizei făcute s-a stabilit că descărcarea în dielectricii solizi este analogă cu descărcarea în spaţii mari de aer, adică are loc formarea de strimer. În stadiul de formare a descărcării, curentul atinge 10^{-3} A şi creşte cu mărirea grosimii dielectricului. Pe baza materialului fotografic s-a stabilit că descărcarea preliminară poate fi incompletă, încercările efectuate referindu-se la cristale de NaCl.

P.B.

CZ 621.315.624.8

Proprietăţile şi caracteristicile izolatoarelor de linie din sticlă călită. [După N. A. Nicolaev, T. D. Andriuhina, V. A. Veselîi şi S. I. Diachivschii: Electriceskie Stanţii, **31** (1960) 12, 64—70, 4 figuri, 3 tabele şi 4 referinţe bibliografice.]

Izolatoarele din sticlă au, în comparaţie cu cele din porţelan, un preţ de cost mai redus, la aceleaşi caracteristici mecanice şi electrice, ceea ce conduce la utilizarea lor tot mai largă. În articol autorii analizează elementele constructive (înălţimea, diametrul, lungimea de contumare, coeficientul de formă, greutatea) şi caracteristicile electrice (rezistenţa specifică volumetrică şi cea superficială, unghiul de pierderi la diferite temperaturi, rigiditatea dielectrică, tensiunea de contumare) în comparaţie cu cele ale izolatoarelor din porţelan. Din compararea făcută rezultă următoarele caracteristici ale izolatoarelor din sticlă călită: greutate redusă (cu 40% aproximativ), înălţime redusă, preţ redus (0,6 din cel al izolatoarelor din porţelan), stabilitate mecanică ridicată, calităţi electrice superioare (atît la contumare cît şi la străpungere), se reduc încercările necesare deoarece defectarea izolatorului se observă foarte repede etc. În cazul defectării izolatorului, lanţul îşi menţine rezistenţa mecanică, pivotul şi capa rămînînd prinse cu o porţiune de sticlă.

Calităţile menţionate au fost verificate atît experimental (în articol se dau caracteristicile electrice şi mecanice), cît şi în exploatare, conducînd la concluzia utilizării lor.

Este necesar, totodată, să se mai aducă unele îmbunătăţiri procesului tehnologic.

P.B

CZ 621.315.687.1

Îmbinarea cablurilor de polvinit. [După T. Rosa : Wiadomosci Elektrotechniczne (**27**) **20** (1960) nr. 6. pag. 166—169, 1 tabelă şi 4 figuri.]

Îmbinarea cablurilor cu înveliş şi izolaţie de polvinit se bazează pe deformaţia elastică a policlorurii de vinil cu un mic conţinut de plastifianţi. Vinidurul deformat revine la forma iniţială la încălzire de peste 85°C. Deformarea tubului de vinidur se face la circa 160°C, deci aproape de punctul de plasticitate maximă. Dilatarea tubului se face cu aer comprimat pînă la circa 170% din diametrul iniţial cu un aparat special brevetat sub nr. 4267 PRL. Pregătirea capetelor îmbinate de cablu este mult mai simplă şi se face mai uşor şi mai repede decît a cablului obişnuit. Conductoarele metalice ai cablului se îmbină prin sudare, turnare sau lipire. Banda izolantă de polvinit se acoperă cu clei cu următoarea compoziţie: ciclohexanon-100, superclorură de vinil-20, ftalat de dibutil-2 şi ulei de rici-1. Cu acest clei se acoperă suprafaţa interioară a ambelor capete ale tubului de protecţie pe o lungime de 6—8 cm din fiecare parte. În prealabil, pe unul din capetele pregătite se aşază două tuburi deformate de polvinit — unul de îmbinare şi celălalt de protecţie — şi după ce s-a depus cleiul se deplasează simetric la locul izolat şi se încălzeşte din exterior la circa 140°C. Pentru a se obţine o încălzire uniformă a întregii suprafeţe, tuburile se introduc într-un capac metalic de protecţie încălzit cu lampa de lipit. Învelişurile de vinidur sînt uşoare, ocupă un spaţiu mic, sînt rezistente la umiditate, la apă, la substanţe chimice şi nu au nevoie de protecţie împotriva coroziunii; sînt neinflamabile, proprietăţile lor electrice şi fizice aproape că nu se schimbă după o cufundare lungă în apă.

Capetele cablurilor pînă la 1 kV, ferite de intemperii, nu cer nici o terminare specială în afară de o simplă înfăşurare cu o bandă de polvinit; cele expuse la ploaie trebuie protejate împotriva pătrunderii apei şi a loviturilor mecanice. Se recomandă un cap din răşini poliesterice sau epoxi.

I.K.

CZ 621.316.016.313 + 018.32

Puterile sistemelor trifazate nesimetrice şi nesinusoidale. [După Fl. Manea : Studii şi cercetări de energetică **10** (1960) 4, 771—777, 7 referinţe bibliografice.]

În articol autorul analizează situaţia generală a puterilor la funcţionarea nesimetrică şi nesinusoidală a unui sistem trifazat. Pentru stabilirea modului de definire a parametrilor (putere deformantă, putere de asimetrie, factor de putere etc.), se pleacă de la condiţiile transmiterii puterii maxime pentru pierderi de putere în linie date.

Pentru stabilirea acestor condiţii se utilizează sistemul trifazat de tensiuni şi forţe electromotoare periodice descompuse în armonici reprezentat prin vectori în planul complex.

Se deduc relaţiile generale ale puterilor active, reactive aparente de asimetrie şi deformantă, care se deosebesc, prin exactitatea lor, de cele întîlnite în literatura de specialitate.

În încheiere se dau exemplificări, considerînd cazul unui redresor monofazat conectat între două faze ale unui sistem trifazat şi în serie cu o rezistenţă de sarcină.

P.B.

CZ 621.316.717

Analiza teoretică şi experimentală a unui servomecanism neliniar. [După D. Damsker şi G. Weinrich: Studii şi cercetări de energetică **10** (1960) 3, 613—631, 15 fig., 21 formule, 4 referinţe bibliografice].

În lucrare se studiază un servomecanism magnetic urmăritor de putere relativ mare (200 W) cu performanţe corespunzătoare acţionării la distanţă de uz comun.

La baza studiului stă metoda locului rădăcinii aplicată la calculul unor sisteme fizice reale, care au mai multe circuite închise, suprapuse, şi la care intervin variaţii largi continue ale unor parametri (constante de timp şi coeficienţi de amplificare).

În lucrare se descrie schema şi elementele constituente ale servomecanismului studiat şi se prezintă ecuaţiile de legătură între mărimile variabile în timpul regimului dinamic. După stabilirea schemelor bloc şi a funcţiilor de transfer se determină configuraţia punctelor singulare la variaţia parametrilor liberi şi se calculează procesul tranzitoriu. La construirea procesului tranzitoriu complet se utilizează metoda semnalului echivalent, stabilită de primul autor.

Concluziile stabilite pe baza calculelor au fost verificate pe cale experimentală, stabilindu-se o bună corespondenţă.

P.B.

CZ 621.365.51.013.5

Determinarea reactanţei de dispersie a unor cuptoare de inducţie cu fier. [După R. Răduleţ, A. Timotin, A. Ţugulea: Studii şi cercetări de energetică, **10** (1960) 3, 583—600, 9 fig., 35 formule, 5 referinţe bibliografice.]

Dat fiind condiţiile specifice de funcţionare a cuptoarelor de inducţie (există o singură spiră secundară depărtată mult de înfăşurarea primară, influenţa esenţială a fenomenului pelicular), pentru determinarea reactanţei de dispersie necesară la calculul compensării factorului de putere, autorii au stabilit relaţii de calcul al acesteia. La determinarea reactanţei de dispersie s-a utilizat metoda imaginilor, precum şi metoda reprezentării electrostatice. Pentru comparare sînt date relaţiile de determinare a reactanţei de dispersie la transformatoare. În continuare, autorii analizează modelizarea ideală şi reală a cuptoarelor cu inducţie stabilind condiţiile de modelizare. De asemenea, se prezintă încercările experimentale efectuate pe un model şi rezultatele obţinute.

Precizia obținută prin aplicarea metodei imaginilor este mai bună, dar necesită un volum de calcul mai mare, pe cînd cea a reprezentărilor duce la un volum redus de calcul însă erorile măsurate sînt de 3%; autorii indică pentru practică metoda care dă o precizie mai bună decît cele întîlnite în literatură pentru calculul reactanței transformatoarelor.

P.B.

CZ 621.317.333.82 : 621.317.728

Măsurarea comparativă a tensiunilor de descărcare la impuls. [După: R. Čížek: Elektrotechn. Obzor. **49** (1960) 12, 640—644, 8 figuri, 5 referințe bibliografice.]

Autorul analizează exactitatea măsurătorii tensiunilor de impuls cu ajutorul electrozilor tije-tije, la o distanță de 450 mm și cu eclatorul cu sfere. Se insistă îndeosebi asupra zonei de dispersie a elementelor măsurate. Prin caracterul său, articolul răspunde preocupărilor comisiei CIGRÉ nr. 8, care se ocupă de verificarea exactității de măsură cu diferite mijloace.

P.B.

CZ 621.319.52

Studiul comparativ al schemelor simetrice și obișnuite ale generatoarelor în cascadă. [După E. Balabanov și S. Smirnov: Priborî i tehnica ecsperimenta (1960) 5, 23—27, 6 figuri, 8 formule, 3 referințe bibliografice.]

Pentru rezolvarea unor serii de probleme sînt necesare instalații de tensiune și capacitate ridicată. În lucrare se analizează comparativ schemele în cascadă nesimetrică și simetrică, stabilind pentru fiecare în parte valoarea pulsației de tensiune. Se descriu apoi instalațiile experimentale cu care s-au lucrat și încercările efectuate. Pe baza rezultatelor obținute s-a trasat dependența pulsației cu valoarea sarcinii și cu frecvența tensiunii de alimentare. De asemenea, este analizată dependența pulsației față de numărul de trepte ale generatorului. Se ajunge la concluzia că instalațiile avînd o schemă simetrică prezintă avantajul unei stabilități mai mari a tensiunii, respectiv conduce la pulsații ale acesteia mai reduse.

P.B.

CZ 621.319.53 : 621.317.333.82

Utilizarea schemelor de multiplicare în instalațiile de încercare de înaltă tensiune. [După G. I. Kitaev: Izvestiia vîșih uciobnîh zavedenii — Energhetika, **3** (1960) 10, 32 — 39, 4 figuri, 22 formule, 16 referințe bibliografice.]

Tensiunea înaltă redresată este utilă încercării cablurilor de înaltă tensiune (tensiunea de încercare este de șase sau de cinci ori tensiunea nominală pentru instalații de 10 kV, respectiv 35 kV). Obținerea unei tensiuni peste 100 kV este dificilă atît din punct de vedere al greutății transformatorului, cît și datorită lipsei kenatroanelor cu tensiunea inversă peste 220 kV. Aceste greutăți pot fi înlăturate prin utilizarea conexiunii în cascadă, care conduce la obținerea unei tensiuni cu atît mai mari cu cît numărul treptelor este mai mare. În lucrare sînt analizate diferite scheme de conexiuni ale instalației propriu-zise, cît și a acesteia cu cablurile de încercat, stabilind relații de calcul corespunzătoare; relațiile stabilite sînt utile proiectării instalațiilor de înaltă tensiune.

Realizarea instalațiilor de multiplicare a tensiunii este posibilă îndeosebi ca urmare a perfecționării tehnicii fabricării semiconductoarelor; utilizarea acestor scheme conduce la reducerea greutății instalației și a prețului de cost.

P.B.

Cronică

Sesiunea științifică a Institutului de energetică al Academiei R.P.R.

CZ 061.3 : 620.9

În zilele de 24—25 februarie 1961 a avut loc la Casa oamenilor de știință o sesiune științifică, în care colectivele de cercetători din Institutul de energetică al Academiei R.P.R. au prezentat rezultatele muncii de cercetare din anul 1960.

În cuvîntul de deschidre tov. prof. dr. *Remus Răduleț*, membru corespondent al Academiei R.P.R., director al Institutului, a prezentat o sinteză a principalelor realizări ale Institutului în cursul anului 1960, arătînd rezultatele deosebite ale cercetărilor, caracterizînd situația cadrelor și dezvoltarea bazei materiale.

S-au prezentat în total 28 de comunicări din care 10 în domeniul electroenergeticii.

Dăm mai jos rezumatele acestor zece referate:

1) M. Elefterescu, St. Kovacs, Cs. Nagy, A. Dumitrescu: *Considerații asupra problemelor ridicate de întocmirea bilanțului energetic general*

Bilanțul energetic general, ca una dintre metodele de studiu în ansamblu a economiei energetice, a căpătat în ultimii ani o importanță din ce în ce mai mare în toate țările cu o economie dezvoltată.

Permițînd, după gradul său de detaliere, o analiză mai mult sau mai puțin aprofundată a structurii producerii, transformării și consumului de surse și purtători de energie, bilanțul energetic general este un prețios instrument în planificarea curentă și de perspectivă a economiei energetice.

Comunicarea se bazează pe studiul critic al realizărilor pe plan mondial în această problemă, scoate în evidență o serie de principii și puncte de vedere care trebuie să stea la baza oricărui bilanț energetic general, propunînd în cele din urmă, o metodă pentru întocmirea bilanțului energetic general al țării noastre care a fost aplicată în mare măsură în lucrările Institutului.

2) C. Guțu, M. Petcu, A. Soci: *Determinarea rezervei de putere în sisteme interconectate ideal*

Se prezintă o metodă originală pentru determinarea rezervei de putere în sisteme energetice. Metoda caută să răspundă cerințelor proiectării și planificării sistemelor. Elementul distinctiv al metodei constă în faptul că rezerva utilizabilă este tratată ca o mărime statistică de sine stătătoare. Se pune în evidență o mărime semnificativă și anume, valoarea medie a rezervei într-o perioadă dată. Se propune o cale simplificată pentru calculul deficitului energetic.

3) E. Arie: *Predeterminarea indicilor integrali de calitate a reglajului tensiunii și frecvenței în cazul fluctuațiilor lente*

Se demonstrează că, din punctul de vedere al efectului asupra puterilor de schimb, sarcinile variabile cu fluctuații lente care apar într-un sistem pot fi înlocuite prin sarcini variabile echivalente racordate într-un nod. Se arată apoi modul în care se pot deduce momentele de ordinul întîi și doi ale puterilor active și reactive ale sarcinii echivalente, dacă se cunosc caracteristicile nodale de puteri și indicii integrali ai tensiunii și frecvenței într-un nod al sistemului. Cu ajutorul sarcinilor variabile echivalente se deduce efectul asupra indicilor integrali al diferitelor modificări ale structurii unui sistem; de asemenea, se deduc relații pentru determinarea valorilor medii și medii pătratice ale puterilor active și reactive de schimb, utile în aprecierea economicității și siguranței în funcționare a liniilor de transport și interconexiune.

4) F. Manea: *Influența reglajului de tensiune și viteză asupra stabilității dinamice a sistemelor electroenergetice*

După ce se studiază metodele de calcul numeric ale regimurilor dinamice ale grupurilor sincrone din sistemele electroenergetice complexe, se analizează schemele structurale

ale diverselor tipuri de regulatoare de tensiune şi viteză, se stabilesc relaţii de recurenţă şi se propune o metodă de calcul.

Ca exemplificare pentru cazul concret al unei scheme tip se analizează influenţa forţării excitaţiei şi admisiei asupra stabilităţii dinamice la un scurtcircuit urmat de deconectare şi reanclanşare.

5) S. Ionescu, M. Pomîrleanu: *Introducerea efectelor reglajului automat în calculul regimurilor dinamice ale sistemelor electroenergetice. Rezultate obţinute cu calculatorul electronic CIFA-2*

După ce se aduc precizări metodei de calcul prezentate anterior de autori (vezi revista Studii şi cercetări de energetică nr. 1/1961), se expun rezultatele obţinute cu calculatorul CIFA-2 privind regimul dinamic al unui sistem cu consumator unic şi două generatoare, echipate cu regulatoare de tensiune şi viteză. Se prezintă evoluţia mărimilor tensiunii (frecvenţă, unghiuri, puteri etc.), pe o durată de timp de 7 s, după o deconectare bruscă de sarcină.

Prin comparaţie cu un calcul exact, se trag concluzii asupra preciziei metodei de integrare numerică a ecuaţiilor diferenţiale utilizate.

6) V. M. Popov: *Hiperstabilitatea sistemelor automate*

În lucrare se prezintă noţiunea nouă de hiperstabilitate şi criteriile necesare şi suficiente pentru hiperstabilitatea sistemelor automate neliniare. Se arată că criteriile de hiperstabilitate cuprind, ca un caz particular, atît criteriile de stabilitate pentru sistemele automate liniare şi autonome, cît şi criteriile cunoscute privind stabilitatea absolută a sistemelor automate neliniare. Utilizînd aceste rezultate, se demonstrează o proprietate de stabilitate de timp Aizerman. Se arată că sistemele a căror funcţie de transfer este o funcţie reală pozitivă sînt caracterizate prin proprietatea de hiperstabilitate.

7) G. Drăgan, B. Popa, I. Adămuţ: *Cercetări experimentale privind determinarea caracteristicilor electrice ale lanţurilor de izolatoare I.C.4*

În lucrare se prezintă încercările experimentale efectuate pentru stabilirea tensiunilor de conturnare a lanţurilor de izolatoare I.C.4. Pe baza rezultatelor obţinute se analizează modul de variaţie a tensiunilor de conturnare cu lungimea lanţului de izolatoare, modul de producere a descărcării, variaţia gradientului mediu de descărcare şi se stabilesc măsurile care trebuie luate pentru îmbunătăţirea procedeelor şi schemelor de experimentare. Se analizează, de asemenea, eficacitatea armăturilor de protecţie pentru tensiuni pînă la 154 kV, propunîndu-se renunţarea la acestea pe o linie experimentală. Pe baza experienţei de exploatare, a datelor obţinute şi a literaturii de specialitate se stabilesc încercările care trebuie făcute în viitor. Rezultatele obţinute sînt utile pentru analizarea ştiinţifică a nivelului de izolaţie şi a comportării la supratensiuni atmosferice a liniilor electrice aeriene, construite în R.P.R.

8) A. Avramescu, C. Drăgan, B. Popa: *Cercetarea posibilităţilor de ridicare a tensiunii nominale a liniilor de* 110 kV.

Se analizează posibilitatea tehnică de trecere a liniilor de 110 kV la o tensiune nominală superioară, luînd în considerare nivelul de izolaţie faţă de supratensiunile interne şi atmosferice, rezistenţa mecanică a stîlpului şi pierderile prin efect Corona. Calculele sînt efectuate în cazul liniilor uzuale pe stîlpi metalici şi beton armat, echipate cu izolatoare de fabricaţie indigenă.

9) C. V. Bălă: *Cu privire la impedanţa de pendulare a maşinii sincrone*

În lucrare se examinează critic propunerile diferiţilor autori publicate pînă în prezent de a se introduce o impedanţă de pendulare a maşinii sincrone.

Pe baza soluţiilor ecuaţiilor tensiunilor maşinii sincrone date pentru regimul de oscilaţii întreţinute, unghiul intern al maşinii sincrone variind sinusoidal în timp, se demonstrează inconsecvenţa introducerii reacţiei de pendulare întîlnită în lucrările de specialitate şi se subliniază importanţa impedanţelor operaţionale ale maşinii sincrone.

Demonstraţiile teoretice sînt verificate experimental în condiţii de laborator.

10) M. Marinescu: *„Histereza electromecanică" un nou proces de transfosmare a energiei electrice în lucru mecanic; aplicaţia la realizarea unui nou tip de motor electric*

În lucrare se arată, pe baza ecuaţiilor diferenţiale care descriu sistemele cu inductanţă periodic variabilă, că, diferit de procesul transformării energiei electrice în lucru mecanic în motoarele cu inductanţă variabilă şi bazat pe deformaţia curentului , proces în care factorul de putere nu poate depăşi $1/\sqrt{2}$, există procesul transformării energiei în aceste motoare, bazat pe defazajul fluxului în raport cu curentul, acesta fiind sinusoidal, defazaj care se traduce în planul (φ, i) printr-o elipsă descrisă în sensul invers acelor de ceasornic. Aria acestei elipse este egală cu lucrul mecanic cheltuit de mişcarea armăturii mobile — într-o perioadă. Analogia cu ciclul histerezis, prin care energia se cheltuieşte în căldură prin intermediul oscilaţiilor curenţilor particulari din interiorul materialului magnetic solicitat de către un cîmp magnetic sinusoidal, a determinat să se dea acestui proces denumirea de „histereză electromecanică", care necesită, ca şi histereza magnetică, prezenţa unui curent continuu suprapus. În acest proces apare concepţia de „curbe statice" univoce ($pv = 0$) şi curbe „dinamice" biunivoce ($pv = 0$) precum şi asimetria $C.L(x)$.

Plecînd de la parametrii primari ai unui electromagnet, se elaborează o metodă grafică prin care se pot determina condiţiile generale de funcţionare a acestuia ca motor cu h.e.m. şi în particular condiţiile de funcţionare pentru $\cos \varphi = 1$ şi pentru un randament ridicat.

*

Comunicările au fost urmate de discuţii cu reprezentanţii beneficiarilor, ai instituţiilor şi întreprinderilor cointeresate.

S-a constat că preocupările colectivelor, cu puţine excepţii, s-au axat mai mult decît în anii trecuţi pe probleme tehnico-ştiinţifice care au o pondere mai mare în economia electroenergetică şi în electrificarea ţării, pe linia de dezvoltare trasată de Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. şi de plenarele Comitetului Central al P.M.R.

Dr. ing. **Aurel Avramescu**

Academicianul I. S. Gheorghiu la 75 ani

Oamenii de ştiinţă, inginerii, tehnicienii şi muncitorii din sectorul energetic şi metalurgic, au sărbătorit recent pe unul dintre pionierii ştiinţei şi ingineriei romîneşti în domeniul electricităţii — academicianul profesor inginer I. S. Gheorghiu.

Inginer, îndrumător şi cercetător, conducător de întreprinderi şi instituţii, profesor şi consilier, academicianul I. S. Gheorghiu se distinge printr-o rară modestie şi prin ataşamentul său faţă de cauza progresului.

Născut la Bacău, în 1885, Ion S. Gheorghiu îşi face studiile liceale în Bucureşti, reuşind primul la examenul de bacalaureat. Tot pe primul loc se situează şi ca şef de promoţie, în lotul celor 12 diplomaţi ai Şcolii de Poduri şi Şosele din Bucureşti, seria 1909, iar în 1910 absolvă, ca fruntaş, Şcoala Superioară de Electricitate din Paris.

La întoarcerea în ţară, activitatea tehnică de specialitate a inginerului I.S. Gheorghiu s-a îmbinat armonios şi permanent cu activitatea sa ştiinţifică şi didactică, fiecare formă de activitate influenţînd în mod constructiv celelalte forme. Începută în anul 1911, ea se desfăşoară şi astăzi cu intensitate neslăbită.

Prin studii personale cu caracter teoretic şi practic, prin colaborarea la rezolvarea diferitelor remedieri de avarii mai grave la maşini electrice din ţară, dar în special prin activitatea sa didactică de 46 ani exclusiv şi consecvent concentrată la disciplina maşinilor electrice — inginerul, profesorul, apoi academicianul I. S. Gheorghiu şi-a creat o specialitate necontestată în domeniul maşinilor electrice.

Primele lucrări cu caracter tehnic ale inginerului I. S. Gheorghiu (octombrie 1911 — octombrie 1912) au constat în sporirea instalaţiilor electrice ale portului Constanţa. După aceea, la Intreprinderea de tramvaie din Bucureşti a contribuit la punerea în exploatare a primelor linii de tramvaie electrice.

De la începutul anului 1914 pînă la finele anului 1924, inginerul I. S. Gheorghiu activează în cadrul Direcţiei Generale a Căilor Ferate şi apoi în cadrul Direcţiei Generale a construcţiilor de cale ferată din Ministerul Lucrărilor Publice ca şeful serviciului electrificărilor, preocupîndu-se mai ales de problema electrificării liniei de cale ferată Ploieşti — Braşov şi de întocmirea primelor programe cu caracter mai cuprinzător ale electrificării căilor ferate din Romînia. La baza actualelor studii tehnico-economice ale electrificării căilor ferate pentru planul de perspectivă 1960 — 1975 au stat lucrările sale de o profundă previziune ştiinţifică.

În domeniul energeticii generale, ale căror probleme începuseră să devină arzătoare pentru ţara noastră, atenţia profesorului I. S. Gheorghiu s-a concentrat în perioada dintre cele două războaie mondiale, asupra resurselor noastre hidroenergetice, asupra coordonării diferitelor resurse de energie, cum şi asupra politicii energetice a ţării. Prin trecerea sa, în 1925, la Întreprinderea de Gaz şi Electricitate a Municipiului Bucureşti el a contribuit substanţial la realizarea unei serii de instalaţii energetice importante care au asigurat şi asigură alimentarea în cele mai bune condiţii a Capitalei cu energie electrică. Astfel, putem cita printre cele mai importante acţiuni :

— transformarea uzinei electrice de la Filaret într-o uzină modernă cu motoare Diesel mari şi cu o turbină de gaze de asemenea de putere mare ; modernizarea şi extinderea uzinei electrice de la Grozăveşti, cu cazane şi grupuri de puteri mari pentru vremea în care au fost instalate ;

— modernizarea şi extinderea reţelei electrice de distribuţie din Bucureşti şi din împrejurimi, prin introducerea reţelei de cabluri subterane de 30 kV de la Obor, Filaret, Griviţa şi Titan, sistematizarea reţelelor de 5 kV şi de joasă tensiune, introducerea reţelei aeriene de 15 kV pentru electrificarea rurală etc. ;

— punerea în funcţiune şi exploatarea primei linii de 110 kV din ţară (linia Dobreşti-Tîrgovişte-Bucureşti) ;

— extinderea şi moderinizarea iluminatului public în Capitală.

Toate aceste acţiuni şi realizări au făcut ca instalaţiile electrice din Bucureşti să prezinte un nivel tehnic ridicat, recunoscut ca atare şi peste hotare şi luat drept model de toate celelalte exploatări energetice din ţară.

Transformatoarele şi maşinile electrice formează timp de aproape patru decenii, principalul obiect de cercetare al profesorului şi academicianului I. S. Gheorghiu. Industria noastră electrotehnică constructoare de maşini şi transformatoare electrice cunoscuse doar anumite tatonări de început, înainte de 1948; utilajul electrotehnic se procura în general prin import şi principalele probleme ale economiei naţionale constau în exploatarea lui. Cercetarea îşi concentra deci forţele în principal asupra condiţiilor de exploatare.

Pentru mersul în paralel al transformatoarelor electrice, profesorul I. S. Gheorghiu nu consideră numai cazurile unor conexiuni diferite ale transformatoarelor, ale unor rapoarte de trasformare, puteri nominale şi tensiuni de scurtcircuit diferite, ci rezolvă problema în condiţii mult mai generale, ţinînd seama şi de construcţiile şi temperaturile diferite, de saturaţia magnetică şi de cazul regimului nesinusoidal. Din această tratare teoretică a problemei au rezultat concluzii practice de care trebuie să se ţină seama atît în construcţia cît şi în alegerea transformatoarelor destinate să funcţioneze în paralel.

În construcţia transformatoarelor de mare putere, apariţia forţelor axiale în caz de scurtcircuit impune măsuri constructive speciale pentru a evita distrugerea înfăşurărilor prin această solicitare mecanică. Această problemă a stimulat pe plan internaţional cercetările pentru stabilirea prin calcule mai precise a forţelor axiale de scurtcircuit din transformatoare.

În acest sens, un loc de frunte îl ocupă rezultatele cercetărilor teoretice şi experimentale întreprinse în cadrul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. de către academicianul I. S. Gheorghiu, împreună cu tov. A. Fransua şi A. Moraru. Rezultatele au fost sintetizate în monografia „Determinarea forţelor axiale în transformatoarele electrice de mare putere", publicată în anul 1953 de Editura Academiei R.P.R. (v. Electrotehnica). 1 (1953) 9, 5—15.

Monografia cuprinde, ca element esenţial, o metodă semiempirică pentru calculul forţelor axiale între înfăşurări considerate rigide şi de înălţimi egale, însă avînd o repartiţie neuniformă a spirelor pe înălţimea înfăşurării, caz pentru care vechile formule dădeau rezultate cu totul nesatisfăcătoare. Măsurarea efectuată în laborator a confirmat precizia necesară şi suficientă pentru nevoile construcţiei, a rezultatelor cercetării.

În domeniul maşinilor electrice, cercetările acad. I. S. Gheorghiu îmbrăţişează mai multe grupuri de probleme printre care teoria unitară a maşinilor, inclusiv a transformatoarelor electrice, împreună cu teoria unor circuite echivalente ale lor, oscilaţiile maşinilor sincrone la mersul lor în paralel şi funcţionarea maşinilor comutatoare autoexcitate.

În teoria unitară a maşinilor electrice multicircuit şi multirotor, cheia consideraţiilor de sinteză o constituie determinarea condiţiilor în care fiecare dintre elementele bicircuit şi motor, componente, formează o maşină electrică, adică transformă energia fie din forma mecanică în cea electromag-

netică, fie invers. Pe baza acestor condiţii se studiază tipurile existente de maşini, drept cazuri particulare. În problemele circuitelor echivalente contribuţiile profesorului I. S. Gheorghiu consistă în extensiunea aplicării cuadripolului ca circuit echivalent pentru studiul motoarelor trifazate cu colector cum şi al motoarelor monofazate serie cu alimentare indirectă, cu aplicaţie specială la motorul monofazat cu repulsie cu decalaj de perii.

Oscilaţiile maşinilor sincrone la mersul în paralel au fost studiate pe un model mecanic şi s-au adus precizări asupra puterii sincronizante a maşinilor, care intervine în comportarea lor la mersul în paralel.

De asemenea, a adus contribuţii originale şi asupra pornirii şi funcţionării maşinilor comutatoare autoexcitate.

Funcţionarea în paralel a centralelor electrice a format, de asemenea, un domeniu de cercetare a profesorului I. S. Gheorghiu. Numeroase referiri străine la această activitate confirmă prioritatea savantului romîn în folosirea generatorului unic echivalent şi a regulatorului unic echivalent în problema interconexiunii centralelor, cum şi originalitatea metodei matematice folosite în rezolvarea problemei puse.

O activitate atît de bogată, în domenii variate ale energeticii şi ale ingineriei electrotehnice, nu putea să rămînă fără o prezentare a problemelor în faţa unor cercuri mai largi. Numeroase probleme de energetică generală şi de electrificare a transporturilor, de tarifare a energiei şi de coordonare a folosirii diferitelor forme de energie au format obiectul unor articole, broşuri, studii mai largi şi lucrări de popularizare ale inginerului şi omului de ştiinţă I. S. Gheorghiu.

Un curs de maşini şi transformatoare electrice, în trei volume, care sub formă litografiată a ajuns la ediţia a şasea, şi din care primele două volume au văzut lumina tiparului, iar ultimul se găseşte sub tipar, consemnează experienţa pedagogică de peste patru decenii a profesorului I. S. Gheorghiu, în cea mai amplă şi valoroasă lucrare didactică romînească din acest domeniu. Cursurile sale litografiate de calculul, proiectarea şi construcţia maşinilor şi transformatoarelor electrice au servit ca îndreptar pentru numeroase generaţii de ingineri pregătiţi în specialitatea maşinilor şi aparatelor electrice. Îndrumarele de lucrări de laborator şi culegerile de probleme de maşini electrice, din care un prim volum a părăsit de curînd tiparul, stau mărturie a grijii pe care profesorul o poartă creşterii tinerelor noastre cadre.

Pentru remarcabila sa activitate pe tărîm ştiinţific, didactic şi tehnic, profesorul I. S. Gheorghiu a fost ales membru în fosta Academie de Ştiinţe apoi, în anul 1948, a fost ales membru corespondent al Academiei R.P.R. şi ridicat în 1953, la gradul de membru titular al acesteia. În prezent este vicepreşedinte al Academiei R.P.R. şi preşedinte al Secţiei de ştiinţe tehnice din cadrul Academiei. Tot în cadrul Academiei R.P.R., profesorul I. S. Gheorghiu a activat între 1951—1956 ca director al Institutului de Energetică unde a contribuit într-o largă măsură la organizarea şi dezvoltarea acestei importante instituţii de cercetare. Din 1956 pînă în prezent, activează şi ca preşedinte al Comisiei de automatizare a Academiei, pe lîngă diferite funcţii de răspundere pe care le mai avea.

Partidul Muncitoresc Romîn şi Guvernul R.P.R. au apreciat activitatea valoroasă a academicianului şi profesorului I. S. Gheorghiu acordîndu-i Ordinul Muncii clasa I de două ori, iar recent, cu ocazia celei de a 75-a aniversări, Steaua Republicii Populare Romîne.

Opera realizată de academicianul I. S. Gheorghiu nu poate fi privită în adevărata ei lumină, fără a ţine seama de calităţile sale deosebite şi de dorinţa sa de a cunoaşte şi înţelege omul. El a ştiut în toate ocaziile să-şi apropie colaboratorii, să le cultive posibilităţile, să le dea îndrumarea necesară unei munci cît mai rodnice, unei formaţii cît mai desăvîrşite. De aceea, la împlinirea a 75 ani de viaţă, concomitent cu împlinirea a 50 de ani de activitate tehnică de specialitate şi a 46 ani de activitate didactică în cadrul învăţămîntului superior, foştii şi actualii săi elevi, foştii şi actualii săi colaboratori îi aduc cu această ocazie, pe lîngă cele mai călduroase urări de sănătate şi viaţă lungă, prinosul lor de recunoştinţă pentru tot ce le-a dat din ştiinţa sa, pentru felul elegant, de o înaltă ţinută ştiinţifică şi de o logică strînsă cu care el le-a împărtăşit cunoştinţele sale, pentru exemplul său de muncă rodnică şi multilaterală, de dragoste de patrie şi de profesiune pe care el le-a întruchipat întotdeauna.

Ing. **N. I. Biehir**

Lucrări ştiinţifice ale acad. prof. Ion S. Gheorghiu

1. *Asupra unor tipuri de contori de energie electrică.* Bul. Soc. Pol. (1911), 11 p.
2. *Asupra electrificării marilor linii ferate.* Bul. Soc. Pl. (1912) 61 p., monografie.
3. *Problema tracţiunii electrice pe C.F.R.* Bul. Soc. Pol. (1923) 63 p.
4. *Forţele hidraulice din România. Inventariere.* Inst. geologic (1924) 55 p., în colaborare cu ing. Georgescu.
5. *Le problème général de la répartition des puissances actives et réactives dans la marche en parallèle des usines génératrices.* R.G.E. Paris (1931) 49 p., citată de mai multe ori în literatura străină de specialitate
6. *Posibilităţi de electrificare pe căile ferate romîne şi necesitatea electrificării liniei Cîmpina-Braşov.* I.R.E. (1931) 29 p., monografie.
7. *Domeniul electrificării pe reţeaua C.F.R.* I.R.E. (1933) 72 p., monografie.
8. *Étude économique de l'électrification d'un réseau de chemin de fer.* R.G.E. Paris (1933) 11 p., menţionată elogios de prof. H. Parodi-Paris şi prof. Huber-Stocker Elveţia.
9. *Les inductances partielles des fuites dans les transformateurs et leur détermination expérimentale.* R.G.E. Paris (1936) 12 p.
10. *Problemele fundamentale ale legiuirii energetice în România.* I.R.E. (1937) 105 p.
11. *Sur la manière de rendre comparables les calculs de prix de revient de l'énergie électrique quand ces calculs sont bases sur dés hypothèses différentes.* Comunicare la Congresul Internaţional de Electricitate, Praga, 8 p.
12. *Structura tarifelor de electricitate.* Bul AFDE (1942) 15 p.
13. *Augmentation de la capacité de trafic d'une ligne de chemin de fer par doublement ou par électrification de la ligne.* Bull. de l'École Polyt. de Bucarest (1943) 7 p.
14. *Le quadripôle en T — Circuit équivalent du moteur monophasé à repulsion et décalage de balais.* Bul. Pol. din Iaşi, vol. II, fasc. 2 (1947) 8 p.
15. *Phénomènes singuliers dans le démarage en asynchrone de la commutatrice autoexcitée.* Bull. de l'École Polyt. de Bucarest, nr. 1 (1948) 17 p.
16. *Teoria unitară a maşinilor electrice.* Bul. Soc. Pol. (iulie-sept.) (1948) 36 p.
17. *Quadripolul ca nouă metodă de studiu a motoarelor trifazate cu colector.* Bul. ştiinţific al Acad. R.P.R. tom. I, nr. 3 (1949) 19 p.
18. *Eine neue Methode zur Bestimmung der Axialkräfte in Transformatoren.* Dtsch. Elektrotechnik. Berlin. (1955).
19. *Determinarea forţelor axiale la transformatoare electrice de mare putere (monografie).* Editura Academiei R.P.R. (1953) p. 158.
20. *Predeterminarea condiţiilor de funcţionare ale comutatricei autoexcitate.* Rev. Univ. C. I. Parhon şi a Inst. Polit. Buc. nr. 1. (1952) 6 p.
21. *Problema generală a mersului în paralel a transformatoarelor cu parametri diferiţi în regim sinusoidal şi nesinusoidal.* Comunicările Acad. R.P.R. R.G.E. Paris (1958—1960), 20 p.
22. *Tratat de maşini electrice vol. I. Maşini de cunret continuu şi transformatorul, citat în cartea „Maşini electrice" de M. P. Kostenko şi L. M. Piotrovski între tratatele mai cunoscute apărute în ultimul timp în domeniul maşinilor electrice în Europa şi America.* Editura Ministerului Învăţămîntului şi Culturii (1957), 622 p.
23. *Tratat de maşini electrice, vol. II. Maşina sincronă.* Editura Ministerului Învăţămîntului şi Culturii (1959), 460 p.
24. *Maşini electrice, Probleme, vol. I. Maşina de curent continuu şi transformatorul. (Probleme de aplicaţii industriale ale maşinilor electrice).* Editura Tehnică (1960), 482 p.
25. *Tratat de maşini electrice, vol. III. Maşina sincronă.* Sub tipar la Editura didactică şi pedagogică a Min. Înv. şi Culturii (1961), circa. 450 p.

Invenţii

Invenţia nr. 41096

COMUTATOR PENTRU REGLAJUL TENSIUNII LA TRANSFORMATOARE

Autor: ing. **Grosu Ştefan**

Titular: *Ministerul Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini*

Data înregistrării: *11 februarie 1958.*

Data publicării: *5 iunie 1959.*

La transformatoarele de forţă utilizate în reţelele electrice, pentru reglajul tensiunii se folosesc comutatoare a căror mişcare este comandată de un ax ce străbate, în general, capacul cuvei transformatorului.

Această dispoziţie a comutatorului prezintă o serie de dezavantaje cum ar fi de exemplu folosirea unei presetupe de etanşare la defectarea căreia se produc pierderi de ulei.

Invenţia înlătură dezavantajele sistemului menţionat, prin aceea că foloseşte un dispozitiv în care axul de manevră al comutatorului de reglaj străbate capacul transformatorului, trecînd însă prin conservatorul de ulei şi prin ţeava de legătură dintre conservator şi capacul cuvei.

Potrivit invenţiei, manevrarea comutatorului de reglaj al tensiunii transformatorului (fig. 1) se face cu ajutorul unui ax *1*, care trece din exteriorul cuvei transformatorului în interiorul ei, străbătînd conservatorul *2* al transformatorului şi apoi tubul *3* de legătură al acestuia cu capacul *4* al cuvei transformatorului.

În cazul cînd se foloseşte un comutator la care comutarea se face printr-o mişcare de translaţie, piesa *5*, care poartă contactele mobile, este deplasată pe verticală, în raport cu contactele fixe, cu ajutorul tijei *1*, care străbate conservatorul *2* şi ţeava *3* de legătură a acestuia cu capacul cuvei transformatorului.

Invenţia se utilizează în mod curent în cadrul uzinei „Electroputere" la fabricaţia transformatoarelor 25/50 kVA-6,3/0,4 kV.

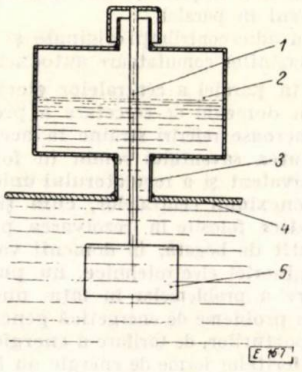


Fig. 1

Noul tip de comutator, înlăturînd montarea unei presetupe şi evitînd una din cauzele care produc pierderi de ulei, face construcţia şi exploatarea transformatorului mai simplă

Standarde

Standarde importante aprobate în anul 1960

1) STAS 553—60 **Aparate de conectare pînă la 1 000 V şi 3 160 A**
Stabileşte amplu şi la nivel tehnic ridicat condiţiile comune pentru aparatajul de joasă tensiune (nu se referă la aparatajul mărunt pentru instalaţii în clădiri).

2) STAS 444—60 **Acumulatoare cu plăci de plumb pentru pornire, iluminat şi aprindere**
Prezintă faţă de standardul precedent importante îmbunătăţiri ca de exemplu: prescripţia pentru durata de viaţă exprimată prin 200 cicluri de încărcare-descărcare, sau încercarea la descărcare rapidă la —18°C. Este la nivelul recomandării CEI.

3) STAS 1703—60 **Transformatoare trifazate în ulei (pînă la 110 kV). Condiţii generale**
Este la nivelul recomandării CEI. Între alte îmbunătăţiri faţă de ediţia precedentă, menţionăm introducerea încercării la tensiunea de impuls.

4) STAS 2685—60 **izolatoare de porţelan peste 1 kV. Condiţii generale**
Este la nivelul CEI. Prevede de asemenea încercarea la tensiune de impuls.

5) **Încercările electrice ale materialelor electroizolante**
Standardizarea metodelor pentru încercările electrice ale materialelor electroizolante este, cu excepţia determinării rezistenţei la arcul electric, terminată.
În prezent avem standardizat în acest domeniu:

STAS 6 107—59 **Metode pentru determinarea rezistivităţii de volum, de suprafaţă şi rezistenţe între fişe.**

STAS 6205—60 **Metodă pentru determinarea curenţilor de scurgere pe suprafaţă.**

STAS 6257—60 **Metode pentru determinarea rigidităţii dielectrice.**

STAS 2740—60 **Metode pentru determinarea permitivităţii şi a tangentei unghiului de pierderi dielectrice.**

Notăm că la CET CTIS mai sînt abordate în acest domeniu două teme noi:

— *Determinarea tensiunii de ionizare.*
— *Comportarea la radiaţii.*

Aceste determinări nu pot fi încă abordate la noi.

A. C.

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ŞT. GROSU conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini. Editor: Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia şi Administraţia: Bucureşti, Str. Ion Ghica, nr. 3. Telefon 13 57 28—14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît şi privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30 Preţul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor ASIT, precum şi la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2. — c. 1452

SOMMAIRE

Un glorieux anniversaire
Electrotehnica **9** (1961) 5, 145–149

CD 621.312 (498.11)
Greceanu E. Al. : **L'entreprise „Electrotehnica", une création de notre régime de démocratie populaire.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 150–151

CD 621.314.2.001.4
Grosu St. et Togui D. : **Principes gouvernant l'établissement des projets et la construction des transformateurs à grande puissance fabriqués en la République Populaire Roumaine**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 152–156

Les auteurs exposent certains principes relatifs à l'élaboration des projets et à la construction, qui constituent une déviation de la ligne classique, appliqués à la fabrication de certains transformateurs à grande puissance, pour les usines „Electroputere" — Craiova ce qui a conduit à d'importantes améliorations qualitatives et à la réduction du prix de revient.

Les produits ainsi réalisés dépassent les performances qualitatives des produits similaires sur le marché mondial, accomplies au moyen des mêmes matériaux.

CD 621.313.047.24
Cotta Al. : **Le calcul des dimensions des écailles de micanite dans la fabrication des cônes isolateurs pour les collecteurs des machines électriques rotatives.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 157–160

L'auteur présente une méthode analytique de calcul pour le dimensionnement des écailles élémentaires de micanite dans la fabrication des cônes isolateurs pour les collecteurs des machines électriques rotatives de courant continu. Partant des données obtenues il présente également une méthode graphique originale pratique et avantageuse, puisqu'elle est expéditive, opérante et simple. Il fait ressortir aussi l'importance de ce calcul pour obtenir des cônes de qualité supérieure.

CD 621.317.382 : 538.632
Sora C. et *Heller A.* : **La mesure des petites puissances au moyen de l'effet Hall.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 160–164

Les auteurs proposent, dans cette étude, un schéma pour la mesure des petites puissances sur la base de l'effet Hall par l'utilisation d'une plaque semiconductrice en germanium. Le schéma se caractérise par une consommation réduite dans le circuit de tension et une petite chute de tension dans le circuit du courant. Dans la partie finale de l'article ils montrent quelques essais expérimentaux effectués. Le schéma peut, par exemple, être employé avec succès à la mesure des puissances dans les modèles de réseau, à la fréquence industrielle.

CD 621.316.718.1-526 : 621.34 :621.313.2.
Damsker D., Fleischer R. et *Weinrich G.* : **Le calcul de la commande réversible à l'aide d'un moteur de courant continu et le réglage automatique.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 165–171

Les auteurs établissent dans cet article, les formules de calcul pour le développement dans le temps des paramètres électromagnétiques et mécaniques d'une commande réversible par un moteur de courant continu, l'inversion du nombre de tours se produisant aussi bien dans le domaine du flux constant, que dans le domaine du flux diminué. On admet que, par le réglage automatique, le courant du moteur se maintient à une valeur constante ; dans le domanine du flux réduit-aussi la f.e.m. On déduit les formules pour la durée de l'inversion, les réserves de tension nécessaires pour forcer les excitations etc. Les calculs ont été vérifiés par les résultats oscillographiques obtenus dans une installation expérimentale.

Engagements et réalisations accomplies dans le cadre de l'émulation socialiste, 172–175

COMPTES RENDUS, 176–177
DOCUMENTATION, 177–180
CHRONIQUE, 180–183
BREVETS REP. POP. ROUMAINE, 184

INHALTSVERZEICHNIS

Ein glorreicher Jahrestag
Electrotehnica **9** (1961) 5, 145–149

DK 621.312. (498.11)
Greceanu E. Al: **Der „VE Betrieb „Electrotehnica", eine Schöpfung der Volksdemokratischen Ordnung.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 150–151

DK 621.314.2.001.4
Grosu St., Togui D.: **Neue Projektierungs-und Bauprinzipien der in der Rumänischen Volksrepublik hergestellten Leistungstransformatoren.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 152–156

Es werden einige Projektierungs-und Bauprinzipien dargelegt, die von der klassischen Linie abweichen und in den „Electroputere-Werken" in Craiova beim Bau der Leistungstransformatoren verwendet wurden, was zu bedeutenden qualitativen Verbesserungen und einer Senkung des Selbtkostenpreises geführt hat.

Die erzielten Ergebnisse übertreffen vom qualitativen Standpunkt aus die entsprechenden Erzeugnisse auf dem Weltmarkt, die mit den gleichen Werkstoffen gefertigt wurden.

DK 621.313.2.047.24
Cotta Al: **Die Berechnung der Abmessungen der Mikanit-Lamellen bei der Fertigung von isolierten Segmenten für die Kommutatoren elektrischer Maschinen.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 157–160

Der Aufsatz enthält ein analytisches Berechnungsverfahren für die Bemessung der einzelnen Lamellen aus Mikanit in der Fertigung der isolierten Segmente für die Kommutatoren von Gleichstrommaschinen. Auf Grund der erzielten Angaben wird ein neues und praktisches graphisches Verfahren vorgelegt, das sich durch Zweckmässigkeit und Einfachheit auszeichnet, wobei die Bedeutung der Berechnung für die Fertigung von hochqualitativen Kommutatoren hervorgehoben wird.

DK 621.317.382 : 538.632
Sora C, Heler A: **Die Bestimmung der kleinen Leistungen auf Grund des Hall-Effekts.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 160–164

Im Aufsatz wird eine Schaltung für das Messen der kleinen Leistungen mit Hilfe des Halleffekts vorgeschlagen, wofür ein Halbleiterplättchen aus Germanium verwendet wird, Die Schaltung zeichnet sich durch einen geringen Verlust im Spannungskreis und einen geringen Spannungsabfall im Stromkreis aus. Im letzten Teil werden einige der durchgeführten Versuche besprochen. Die Schaltung kann beispielweise erfolgreich bei der Leistungsmessung an Netzmodellen mit Industriefrequenz angewandt werden.

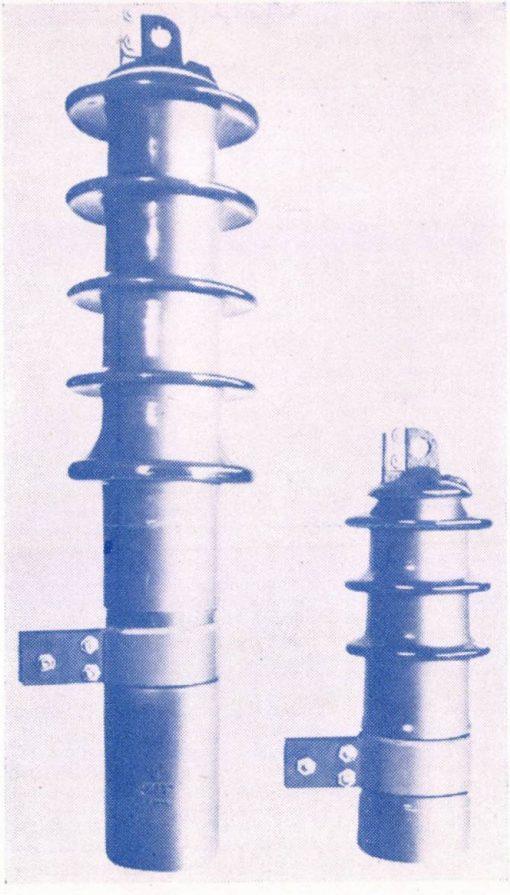
DK 621.316.718.1-526 : 621.34 : 621.313.2
Damsker D., Fleischer R., Weinrich G: **Die Berechnung des Umkehrantriebes mit Gleichstrommotor und Selbstregelung.**
Electrotehnica **9** (1961) 5, 165–171

Im Aufsatz werden die Berechnungsgrundlagen für den Verlauf der elektromagnetischen und mechanischen Parameter eines Umkehrantriebes mit Gleichstrommotor festgesetzt, wobei die Umkehrung der Drehrichtung, sowohl bei konstantem als auch bei vermindertem Fluss erfolgt. Es wird die Konstanthaltung des Ankerstromes, bei vermindertem Fluss auch der EMK, durch selbstständige Regelung angestrebt. Es werden die Berechnungen der Umkehrdauer, die notwendigen Spannungsreserven für die Stoss-Erregung usw. abgeleitet. Die Berechnungen wurden durch oszillographische Messungen im Laboratorium überprüft.

Selbstverpflichtungen und Errungenschaften im Rahmen des sozialistischen Wettbewerbs, 172–175

BUCHBESPRECHUNGEN, 176–177
DOKUMENTATION, 177–180
CHRONIK, 180–183
RVR-PATENTE, 184

Securitate garantată



PARATRĂZNET de tip GZ

cu rezistenţă variabilă pentru tensiune nominală pînă la 110 kV şi curent de descărcare nominal pînă la 10 kA

CATALOAGE ŞI PROSPECTE LA CERERE

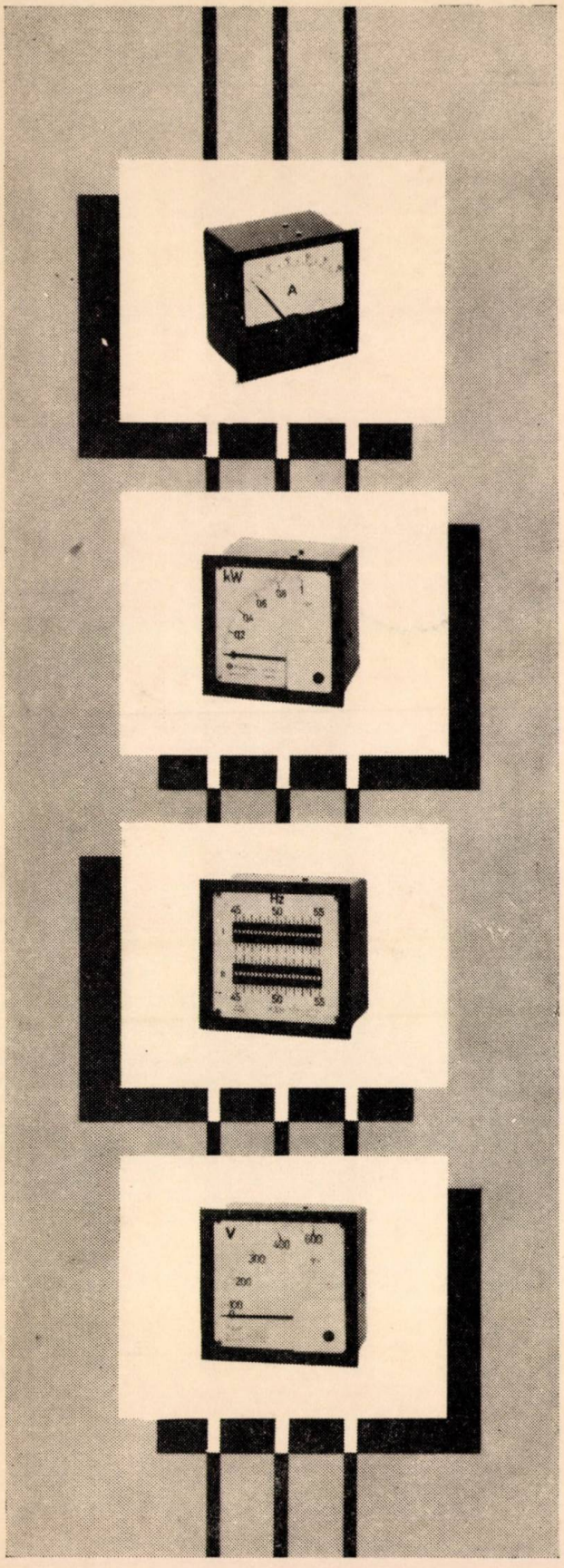
Vizitaţi Pavilionul nr. 11 la cel de-al XXX-lea TÎRG INTERNAŢIONAL DE LA POZNAN (11—25 iunie 1961)

EXPORTATOR EXCLUSIV:

„Elektrim"

SOCIETATE POLONEZĂ CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE ECHIPAMENT ELECTRIC

VARŞOVIA II, Czackiego 15/17 POLONIA
Telefon 6-62-71 Telex.: 10415
Adresa telegrafică: ELEKTRIM—WARSZAWA
Cutia Poştală 254



EKM

Aparate pentru montare pe tabloul de comandă, pentru măsurarea mărimilor electrice

Aparate de măsurat rezistenţe la vibraţii

Tip 144 g

Cu dispozitiv de măsurat electromagnetic, magneto-elective şi ferodinamic. Întrucît aparatele sînt fabricate conform prescripţiilor de control ale registrelor navale, ele se pretează şi la utilizarea pe nave.

Wattmetre şi cosfimetre

Tip 144 FW şi 144 FO

Cu dispozitiv de măsurat ferodinamic, care se pretează la măsurarea puterii şi factorului de putere (decalajului de fază) în curent alternativ, mono şi trifazat şi curenţi pe trei faze.

Frecvenţmetre cu lame

Tip 144 P şi 144 PP

Cu un dispozitiv de măsurare sau cu două dispozitive de măsurare pentru scopuri de sincronizare.

Ampermetre şi voltmetre electromagnetice

Tip 144 LA şi 144 LV

Dispozitivul de măsurare este montat într-o cutie permiţînd o deviaţie maximă a acului şi o lungime maximă a arcului scării.

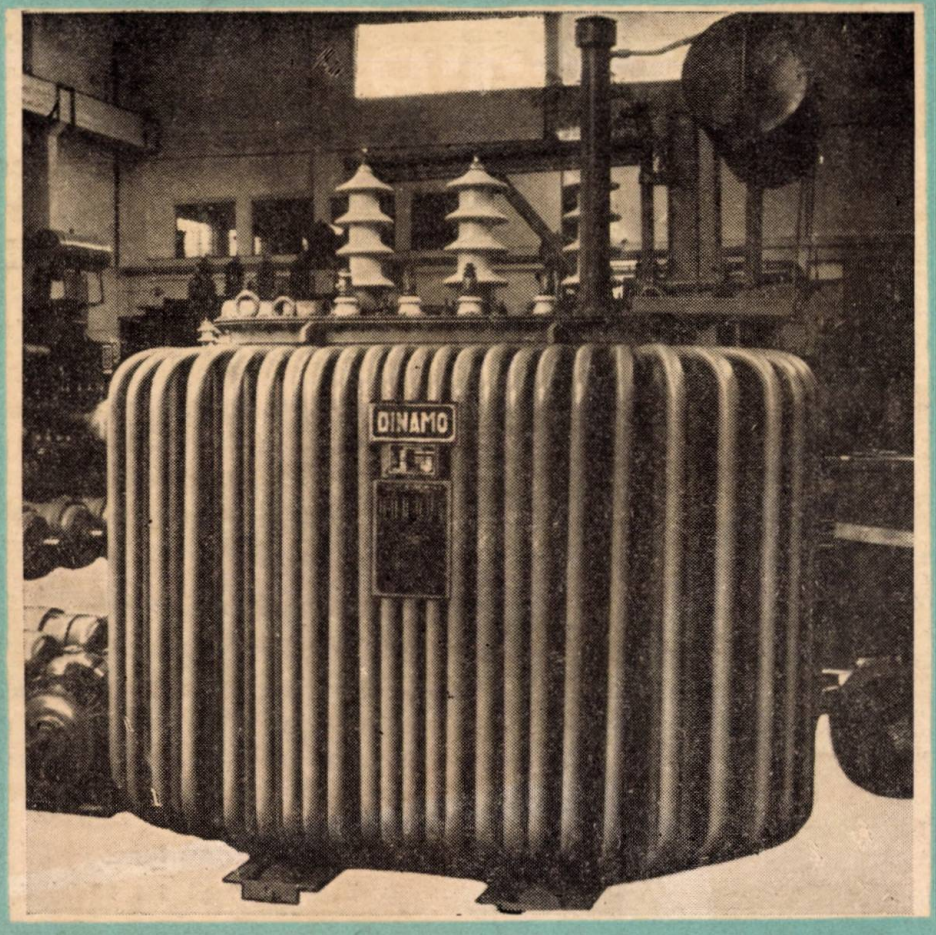
Exportă:

METRIMPEX M BUDAPEST

ÎNTREPRINDEREA UNGARĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE PRODUSE ALE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa poştală: BUDAPEST 62, CĂSUŢA POŞTALĂ 202, UNGARIA

Adresă telegrafică: INSTRUMENT BUDAPEST



I. P. 2, c. 1452

LEI 5

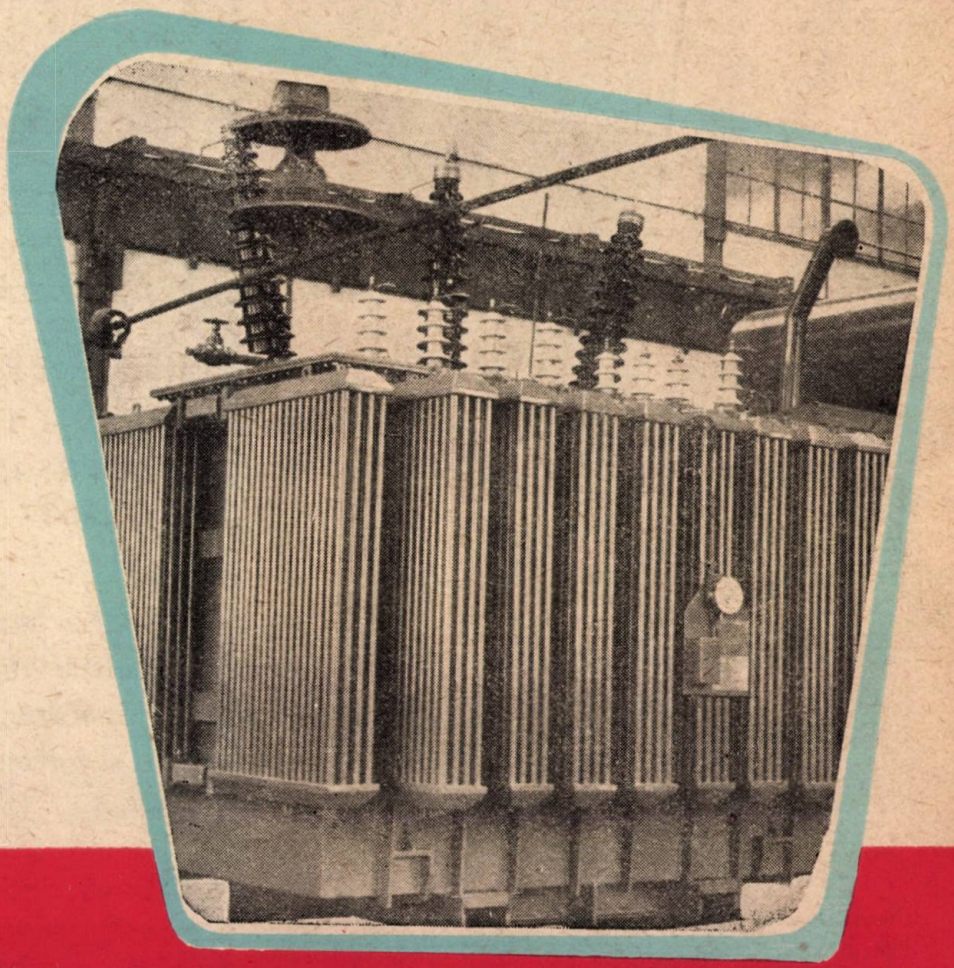
E 20HO

R

KAT

ELECTROTEHNICA

REFERATIVA



6

Electrotehnica — București ★ Anul 9 ★ nr. 6 ★ p. 185—220 ★ iunie 1961

COMBINATUL CHIMIC Făgăraș

produce și livrează:

- **BACHELITĂ PRAF**
- **AMINOPLAST PRAF**
- **OBIECTE PRESATE DIN BACHELITĂ ȘI AMINOPLAST:**

— *cutie pentru megohmetre*
— *cutie pentru voltmetre*
— *borne bipolare*
— *capace și butoni pentru întrerupători*

Pentru producția de serie mare furnizorul, execută proiectarea și sculele necesare presării pieselor respective.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 6 iunie 1961

CUPRINS

CZ 621.3 :061.3(100)

Răduleţ R. : **Comisia electrotehnică internaţională (CEI). Reuniunea generală anuală de la New Delhi din 30 oct. — 12 nov. 1960 a Comisiei Electrotehnice Internaţionale.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 185–190

CZ 538.53 : 621.313.3

Marinescu M. : **Histereza electromecanică — un nou proces de transformare a energiei electrice în lucru mecanic. Aplicaţii la realizarea unor noi tipuri de motoare electrice.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 191–200

În lucrare se arată că un electromagnet de tipul solenoidal, alimentat în curent ondulat, poate funcţiona ca motor cu mişcare alternativă, sincronă, cu frecvenţa egală cu jumătate din frecvenţa curentului de alimentare. Intrarea în sincronism se face automat ; factorul de putere al unui asemenea motor poate fi unitar şi chiar capacitiv. De asemenea, randamentul este ridicat. Motorul acesta nu are înfăşurare pe armătura mobilă, şi nici contacte între părţile fixe şi mobile. Puterea mecanică medie pe care o dezvoltă este datorită faptului că forţele electromagnetice aplicate armăturii, pot fi nu numai de atracţie (centripete), ci pot fi totuşi în anumite condiţii şi de repulsie (centrifuge).

Această nouă proprietate a forţelor electromagnetice, care formează baza fizică a noului proces energetic care are loc în aceste motoare, este o consecinţă a faptului că funcţia care reprezintă variaţia inductanţei bobinei cu poziţia armăturii în stare dinamică, este o curbă neunivocă, ceea ce se traduce prin defazarea fluxului faţă de curent.

CZ 621.313.045.13 : 621.312.002.2

Lăzăroiu F. : **Maşini electrice cu înfăşurările realizate pe baza circuitelor imprimate.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 201–213

După ce se arată principiile generale ale unei maşini electrice cu circuite imprimate, se descriu principalele tipuri de astfel de maşini realizate în ultimii ani : de curent continuu, sincrone, asincrone, convertizoare. Se prezintă metoda de calcul bazată pe legile similitudinii, cu un exemplu de calcul. Se trag concluziile ce se impun pentru asigurarea bazei tehnico-materiale a acestei fabricaţii în ţara noastră.

CZ 621.317.382 :632 : 621.314.2

Fränkel D., De Sabata I., Heler A., Lebovics E. : **Măsurarea puterii în secundarul transformatoarelor mari de sudură folosind efectul Hall în semiconductoare.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 213–216

Se prezintă o metodă de măsurare a puterii active în secundarul transformatoarelor mari de sudură folosind un traductor Hall din InSb. Se analizează erorile şi modul reducerii lor. Se dau rezultatele încercărilor experimentale, afectate de erori raportate sub 1,5%.

RECENZIE, 216

DOCUMENTARE, 217–218

CRONICA, 219–220

Fotografia de pe coperta I reprezintă un transformator realizat
uzinele „Electroputere"—Craiova, iar fotografia de pe coperta a IV
reprezintă unele produse ale întreprinderii „Electroaparataj"—Bucureș

СОДЕРЖАНИЕ

Răduleț R.: **Международная электротехническая комиссия (МЭК). Ежегодное общее собрание в Нью-Дели от 30 октября до 12 ноября 1960 года.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 185–190

ДК 538.53 : 621.313.3

Marinescu M.: **Электромеханический гистерезис – новый процесс превращения электрической энергии в механическую работу. Его использование для создания новых типов электрических двигателей.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 191–200

В работе показано, что электромагнит соленоидального типа, питаемого волнообразным током, может работать как мотор с синхронным переменным движением, с частотой равной половине частоты питающего тока. Синхронизация производится автоматически, фактор мощности такого мотора может быть единичным и даже емкостным. Также его к.п.д. очень высокий. Этот мотор не имеет обмоток на подвижной арматуре, а также и контактов между подвижными и неподвижными частями. Средняя развиваемая механическая мощность обязана тому, что электромагнитные силы, приложенные к арматуре могут быть не только силами притяжения (центростремительными), но в некоторых случаях могут быть даже силами отталкивания (центробежными). Это новое свойство электромагнитных сил, составляющее физическую основу нового энергетического процесса, имеющего место в этих электродвигателях, является следствием того, что функция, которая представляет изменение индуктивности катушки в динамическом положении арматуры, представляет собой неоднозначную кривую, что отражается на смещении фаз потока по отношениию к току.

ДК 621.313.2.045.15 : 621.312.002.2

Lăzăroiu P.: **Электрические двигатели с обмотками на основе печатных целей.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 201–213

После изложения общих принципов электрических двигателей с печатными цепями, описываются главные типы подобных двигателей, созданных в последнее время: постоянного тока, синхронные, асинхронные, преобразователи. Изложен метод расчета, основанный на теории подобия, и дается пример расчета. В заключение показаны меры, которые нужно предпринять для обеспечения технико-материальной основы их производства у нас в стране.

ДК 621.317.382 : 538.632 : 621.314.2

Fränkel D., De Sabata I., Heler A., Lebovice E: **Измерение мощности во вторичной обмотке больших сварочных трансформаторов, используя эффект Холла в полупроводниках.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 213–216

Представлен метод измерения активной мощности во вторичной обмотке больших сварочных трансформаторов, используя транслятор Холла из InSb. Анализируются погрешности и способ их уменьшения. Даются результаты экспериментальных работ с погрешностями ниже 1,5 %.

РЕЦЕНЗИИ, 216

ДОКУМЕНТАЦИЯ, 217–218

ХРОНИКА, 219–220

CONTENTS

CD 621.3 : 061.3(100)

Răduleț R. : **The International Electrotechnical Commission. Its general anual meeting held in New Delhi, from Oct. 30 to Nov. 12, 1960.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 185–190

DC 538.53 : 621.313.3

Marinescu M. : **The electromechanical hysteresis — a new process for transforming electric power into work. Its applications in creating some new types of electrical motors.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 191–200

This paper shows that an electromagnet of the solenoidal type can act as a motor with alternative synchronous movement, its frequence being the half of that of the feeding current. Coming into synchronism occurs automatically; the power factor of such a motor may be unitary and even capacitive. Its efficiency is also high. There is no winding on the mobile armature nor contacts between fixed and mobile parts. The medium mechanical power developed is due to the fact that the electromagnetic forces applied to the armature may not be only centripetal but also centrifugal under certain conditions.

The physical basis of the new energetic process occurring in these motors is a consequence of the fact that the function representing the variation of bobbin inductance with the position of the armature in dynamic state is a non-univocal curve resulting in a phase displacement of flux as against the current.

DC 621.313.045.13 : 621.002.2

Lăzăroiu F. : **Electrical machines with printed circuit windings**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 201–213

After stating the general principles of an electrical machine with printed circuits, a description is given of the main types achieved over these last few years, viz: with direct current, synchronous, asynchronous converters.

The computation methods based on the similitude laws are presented including a computation example. Some conclusions are drawn concerning the ways of ensuring the technical and economic basis requisite for the production of such machines in our country.

DC 621.317.382 : 632 : 621.314.2

Fränkel D., De Sabata I., Heler A., Lebovics E. : **Measuring the power in secondary winding of large welding transformers, by using the Hall effect in semiconductors.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 213–216

The author presents a measurement method of the active power in the secondary winding of large welding transformers by means of a Hall transducer from InSb. The errors and their possible reduction are being analysed. Results are given of experimental tests, affected by errors reported to be less than 1,5%.

REVIEWS, 216
DOCUMENTATION, 217–218
CHRONICLE, 219–220

D Raktári jelzet

196 2 III 13 Határidő

K- 673 Törzslap sz.

Folyóirat címe: Electrotehnica

Bucurest

Évf. 1961. Füzet 6. sz.

Db össz.

158 513 - hoz

olvasható aláírás

Bp. 196 3 II 27 (Doktor) munkahely Jeleki

OMK 19. r. sz. – Nyomell V. 8872. – 614385. Terv Nyomda

MŰSZAKI KÖNYVTÁR OSZTÁLYA 1883

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAŢIEI ŞTIINŢIFICE A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ŞI AL MINISTERULUI METALURGIEI ŞI CONSTRUCŢIILOR DE MAŞINI

Anul 9 nr. 6 Bucureşti, iunie 1961

Comisia electrotehnică internaţională (CEI)

Reuniunea generală anuală dela New Delhi, din 30 oct.—12 nov. 1960

Remus Răduleţ * — Bucureşti

CZ 621.3 : 062.3 (100)

1. **Organizarea CEI**: Comisia electrotehnică internaţională este organizaţia internaţională de specialitate electrotehnică înfiinţată în anul 1906 pe baza hotărîrilor Congresului internaţional de electricitate care se ţinuse în septembrie 1904 la Saint-Louis, pentru a fi un factor de colaborare între electricienii din întreaga lume şi a contribui prin studii de specialitate şi schimb de informaţie la elaborarea de recomandări CEI servind pentru coordonarea, apropierea şi unificarea prescripţiilor, regulilor, simbolizărilor şi standardelor naţionale în domeniul industriei electrotehnice, în scopul intensificării schimburilor de produse electrotehnice între ţări. Înfiinţată prin hotărîrea a 13 ţări şi avînd la început sediul la Londra, ea a ţinut prima reuniune anuală în anul 1908 cu participarea a 15 ţări membre şi s-a condus printr-un statut şi reguli de procedură care au fost schimbate abia în anul 1949, după ce Comisia se afiliase în anul 1947 Organizaţiei internaţionale de standardizare ISO şi îşi transferase sediul la Geneva, în acelaşi local cu această organizaţie, devenind departamentul ei electric, însă cu menţinerea autonomiei ştiinţifice şi administrative.

Printr-o activitate de peste o jumătate de secol, întreruptă numai în cursul celor două războaie mondiale, CEI a devenit organizaţia ştiinţifică mondială conducătoare în domeniul electrotehnic avînd astăzi 36 ţări membre, printre care ţara noastră (Albania, Argentina, Austria, Belgia, Brazilia, R.P. Chineză, Danemarca, Egipt, R.F. Germană, Finlanda, Franţa, Marea Britanie, India, Israel, Italia, Japonia, R.F. Iugoslavia, Canada, Olanda, Norvegia, Australia, R.P. Polonă, Portugalia, Suedia, Elveţia, Spania, Uniunea Sud-Africană, Thailanda, R.S. Cehoslovacă, Turcia, R.P. Ungară, R.P. Bulgară, R.P. Romînă, Uniunea Sovietică şi Statele Unite).

CEI colaborează cu 25 organizaţii internaţionale guvernamentale sau neguvernamentale, care urmăresc obiective asemănătoare sau avînd contingenţe cu activitatea ei, printre care Biroul internaţional de greutăţi şi măsuri (B.I.P.M.), Uniunea internaţională de telecomunicaţii (UIT), Comitetul consultativ internaţional de telefonie (CCIF), Comitetul consultativ internaţional de radiocomunicaţii (CCIR), Comitetul consultativ internaţional de telegrafie (CCIT), Comisia mixtă internaţională pentru protecţia liniilor de telecomunicaţii şi canalizări subterane (CMI), Comisia internaţională de reglementare a aprobărilor echipamentului electric (CEE), Comisia internaţională de iluminat (CIE), Conferinţa internaţională a marilor reţele electrice (CIGRE), Comitetul mixt internaţional pentru material de tracţiune electrică (CMT), Federaţia internaţională de documentare (FLD), Institutul internaţional de sudură (IIW), Organizaţia internaţională a muncii (IIO), Organizaţia internaţională de standardizare (ISO), Organizaţia europeană de radiodifuziune (OER), Organizaţia internaţională de radiodifuziune (OIR), Uniunea internaţională a căilor ferate (UIC), Uniunea internaţională de fizică pură şi aplicată (UIPPA), Uniunea internaţională pentru transporturi publice (UITP), Organizaţia naţiunilor unite pentru educaţie, ştiinţă şi cultură (UNESCO), Uniunea internaţională a producătorilor şi distribuitorilor de energie electrică (UNIPEDE), Uniunea radioştiinţifică, internaţională (URSI), Conferinţa mondială a energiei (WPC), Organizaţia interguvernamentală maritimă — consultativă (IMCO), Convenţia pentru siguranţa vieţii pe mare (SOLAS).

Organele de conducere a CEI sînt Consiliul şi Comitetul de acţiune. Consiliul cuprinde cu vot deliberativ pe preşedintele CEI şi preşedinţii sau conducătorii comitetelor naţionale care reprezintă în CEI ţările membre ale acestei organizaţii. Consiliul dirijează activitatea Comisiei în linii mari, alege pe preşedinte,

* Prof. dr. ing. *R. Răduleţ*, membru corespondent al Academiei R.P.R. este directorul Institutului de energetică al Academiei R.P.R. şi profesor şef de catedră la Institutul politehnic — Bucureşti.

admite noi țări membre; se întrunește cel puțin o dată la trei ani.

Comitetul de acțiune este organul consultativ al Consiliului, lucrînd sub președinția președintelui CEI și cuprinzînd cu vot deliberativ nouă președinți ai comitetelor naționale pentru CEI, aleși pe cîte 9 ani. Vechiul președinte și președinții comitetelor naționale care nu sînt membri ai Comitetului de acțiune iau parte la ședințele acestuia cu vot consultativ. Comitetul de acțiune se întrunește cel puțin o dată pe an; el conduce Comisia între reuniunile anuale, discută problemele administrative, înființează noi unități de lucru ale Comisiei, care sînt: Comitetele sau subcomitetele tehnice, cum și comitetele de experți și grupele de lucru ale Comisiei, — stabilește și delimitează domeniile lor de activitate, numește pe președinții acestora, cum și comitetele naționale care își asumă sarcina secretariatului comitetelor tehnice; aprobă difuzarea documentelor CEI.

Președinții CEI se aleg dintre personalitățile cu activitate de renume mondial în domeniul electrotehnic. Cei mai cunoscuți dintre foștii președinți sînt: Lord Kelvin, Elihu Thomson, E. Budde, M. Leblanc, C. Feldman, L. Lombardi, H.S. Osborne, P. Dunsheath. Primul secretar al Comisiei, căruia aceasta îi datorește organizația ei actuală, a fost Charles le Maistre, decedat în anul 1953. În memoria sa se ține la fiecare Reuniune generală a Comisiei, de către o personalitate cu renume mondial în domeniul electrotehnicii, o conferință cu un subiect în legătură cu problemele standardizării în domeniul electrotehnic.

Actualmente este președinte I. Herlitz (Suedia), iar secretar general L. Ruppert (Franța). În prezent fac parte din comitetul de acțiune președinții următoarelor comitete naționale: India, Olanda și Norvegia cu mandatul pînă în 1961; Canada, Franța și R.F. Germană cu mandatul pînă în 1964, iar Spania, Statele Unite și Uniunea Sovietică cu mandatul pînă în 1967.

CEI ține în fiecare an o Reuniune generală într-o localitate fixată de Comitetul de acțiune cu aproximativ doi ani înainte, pe baza invitațiilor comitetelor naționale. Reuniunile generale din anii 1950—1960 au avu loc la Paris, Estoril, Scheveningen, Opatija, Filadelfia, Londra, München, Moscova, Stockholm, Madrid și New-Delhi. Reuniunea din anul 1961 va avea loc între 19 și 30 iunie la Interlaken (Elveția), iar cea din anul 1962, între 24 iunie și 7 iulie, la București. Reuniunile generale anuale grupează simultan și în aceeași localitate cît mai multe comitete tehnice și unități ale lor, care lucrează simultan, permițînd, prin contactul direct, colaborarea organizată și schimbul de păreri — și constituind o sursă prețioasă de informație mutuală în specialitate. Țările care se ridică din punct de vedere industrial găsesc, în recomandările internaționale CEI, definitivate în Reuniuni, munca de specialitate pregătită și supusă unei largi consultări internaționale prealabile, pentru orientarea activității lor industriale cum și a standardizării în specialitate; ele au posibilitatea de a cunoaște și a contribui prin vot la stabilirea nivelului internațional al producției în domeniul electrotehnic.

Fiecare țară membră poate fi reprezentată la CEI printr-un singur *Comitet național* (pentru țara noastră, Comitetul electrotehnic romîn: CER). Munca științifică și tehnică cerută de participarea la lucrările CEI este asigurată de specialiști din cadrul academiilor, institutelor de cercetare și proiectare, ministerelor, învățămîntului și întreprinderilor fiecărei țări, ținînd legătura cu Comisia prin Comitetul național. Acesta poate fi complet separat de orice alte organe, sau în legătură cu asociații de specialitate, ministere, oficii de standardizare, academii etc.

Baza organizației de specialitate a CEI o constituie *Comitetele tehnice* pe probleme de specialitate bine delimitate, cu *Subcomitete tehnice*, *Comitete de experți* și *Grupele lor de lucru*, la care iau parte delegații comitetelor naționale ale tuturor țărilor membre care doresc să participe la lucrările respective. Subcomitetele tehnice prelucrează o parte din problemele domeniului de activitate al unui comitet. Comitetele de experți sînt formate din specialiști desemnați nominal. Ca și grupele de lucru, ele rezolvă puncte de specialitate înaintată sau puncte de detaliu din domeniul unității de care depind. Documentele și rapoartele Comitetelor și subcomitetelor tehnice se difuzează tuturor țărilor membre (pentru țara noastră, în trei exemplare, prin CER); documentele Comitetelor de experți se difuzează numai Comitetelor naționale care au experți în acestea, iar cele ale Grupelor de lucru, numai membrilor grupei. — Numărul comitetelor tehnice a ajuns la 54 și anume: Vocabularul electrotehnic internațional (1); Mașini electrice rotative (2); Simboluri grafice (3); Turbine hidraulice (4); Turbine cu abur (5); Aluminiu (7), Tensiuni, curenți și frecvențe standardizate (8); Echipament de tracțiune electrică (9); Uleiuri izolante (10); Linii electrice aeriene (11); Radiocomunicații (12); Instrumente de măsură (13); Transformatoare de putere (14); Materiale electroizolante (15); Marcarea bornelor (16); Aparate de comandă și conectare (17); Instalații electrice pentru vapoare (18); Motoare cu ardere internă (19); Cabluri electrice (20); Acumulatoare electrice (21); Mutatoare (22); Material electric de izolație (23); Mărimi și unități de măsură electrice și magnetice (24); Simboluri literale (25); Sudură electrică (26); Încălzire industrială electrică (27); Coordonarea izolației (28); Electroacustică (29); Tensiuni

foarte înalte (30); Aparate antiexplozive (31); Siguranțe fuzibile (32); Condensatoare de putere (33); Lămpi și accesorii (34); Elemente și baterii galvanice (35); Izolatoare (36); Descărcătoare de supratensiuni (37); Transformatoare de măsură (38); Tuburi electronice (39); Condensatoare și rezistențe pentru instrumente electronice (40); Relee de protecție (41); Tehnica încercărilor în înaltă tensiune (42); Ventilatoare electrice (43); Aparate electrice de măsură utilizate în legătură cu radiațiile ionizante (45); Componenți electromecanici pentru aparate electronice (48); Cristale piezoelectrice și dispozitive asemănătoare (49); Încercări climatice și mecanice ale componenților și aparatelor electronice (50); Materiale feromagnetice (51); Scheme imprimate (52); Calculatoare numerice și prelucrătoare (53); Frigidere de gospodărie (54).—Fiecare comitet sau subcomitet are un președinte, iar un comitet național conduce secretariatul lui.

2. **Modul de lucru al CEI.** Secretariatele Comitetelor sau subcomitetelor tehnice elaborează rapoarte asupra prescripțiilor sau standardelor naționale existente sau în curs de elaborare, cum și asupra lucrărilor din domeniul comitetului sau subcomitetului, elaborate de alte organizații internaționale, ca și proiecte de recomandări CEI, pe care le difuzează Comitetele naționale membre, pentru a lua poziție prin corespondență; documentele sînt difuzate în același scop prin Biroul central CEI, tuturor Comitetelor naționale. Pe baza observațiilor și comentariilor acestora, secretariatul Comitetului tehnic apreciază dacă trebuie să se elaboreze un nou proiect de recomandare CEI, care urmează aceleași etape de prelucrare. Cînd președintele unui Comitet sau subcomitet tehnic apreciază că într-o problemă s-a realizat un anumit acord, ele convoacă specialiștii țărilor care au colaborat mai intens, la o reuniune într-un oraș ales convenabil, unde secretariatul prezintă o sinteză a observațiilor comitetelor naționale, pentru a ajunge la un acord de recomandare. După ce, prin nivelare, s-au eliminat punctele de divergență și s-a stabilit un acord în mare, — după una sau mai multe reuniuni — ținute eventual cu ocazia Reuniunilor generale, ale Comitetului sau subcomitetului tehnic, și secretariatul a ținut seamă de observațiile și sugestiile primite, președintele solicită conducerii CEI să difuzeze proiectul de recomandare tuturor comitetelor naționale membre, pentru ca acestea să comunice acceptarea lui (cu sau fără modificări de fond sau de redactare), sau neacceptarea lui, în termen de 6 luni (regula celor șase luni), lipsa de răspuns reprezentînd acceptarea. Dacă cel puțin patru cincimi din numărul țărilor membre au acceptat proiectul, dacă, după opinia președintelui, observațiile de fond ale celorlalte țări nu pot fi luate în considerare, iar cele privind redactarea sînt neesențiale, proiectul se publică drept „recomandare CEI". Dacă se introduc în text modificări de fond considerate acceptabile, după ce s-a obținut majoritatea de patru cincimi, noul proiect se difuzează din nou tuturor comitetelor naționale, însă cu termen de votare de numai 2 luni (regula celor două luni) — și se repetă operația pînă ce se obține majoritatea de patru cincimi, după care proiectul se publică drept „recomandare CEI". Dacă nu s-a obținut majoritatea de patru cincimi, sau modificările de fond, cerute, nu au putut fi cuprinse sub forma de adaptări, se repetă regula celor șase luni. Comitetele naționale ale căror puncte de vedere, de fond, nu au fost acceptate, sau care au votat contra recomandării, pot cere să se publice în prefața recomandării motivarea poziției lor.

Printr-o muncă sistematică, s-a reușit ca timpul care trece de la punerea în lucru a unei probleme pînă la publicarea recomandării CEI respective, care era în trecut de 5-7 ani, să fie redus la 2-4 ani, după amploarea problemelor și dificultățile întîmpinate la stabilirea acordului.

3. **Lucrările CEI.** Lucrările CEI privind terminologia au fost publicate în „Vocabularul electrotehnic internațional CEI", apărut într-o primă ediție, cu 2 000 termeni, în anul 1938, iar în anul 1960, într-o a doua ediție, cu 5 000 termeni, împărțiți în 22 de specialități, cu definiții în limbile engleză și franceză și cu traducerea termenilor în limbile germană, spaniolă, italiană, poloneză, suedeză și olandeză; o traducere completă în limba rusă va apărea sub îngrijirea Comitetului național U.R.S.S. pentru CEI; de asemenea, o traducere în limba germană, sub îngrijirea comitetelor naționale german, austriac și elvețian. O traducere romînească a definițiilor fundamentale din Vocabular, cu un studiu privitor la tehnica definiției ce a fost folosită, bazat pe experiența acumulată prin munca de la Lexiconul Tehnic Romîn, a apărut în numărul 5 din 1959 al acestei reviste, drept contribuție romînească la munca de elaborare a Vocabularului. CEI a recomandat adoptarea sistemului de unități de măsură MKSA (metru-kilogram-secundă-amper), iar mai nou, a acestui sistem completat cu unitatea candela pentru intensitatea luminoasă. Numirile hertz, tesla și weber pentru unitățile de măsură a frecvenței, inducției magnetice și fluxului magnetic în sistemul MKSA, cum și oersted, gilbert, gauss și maxwell pentru unitățile de măsură a intensității cîmpului magnetic, tensiunii magnetice, inducției magnetice și fluxului magnetic în sistemul CGS, s-au introdus pe baza recomandărilor comitetului tehnic 24 al CEI.

CEI a elaborat pînă în prezent 124 de recomandări internaționale. Începînd cu anul 1956,

cînd țara noastră a devenit din nou membră a CEI, aceste recomandări au început să se reflecte în măsură tot mai mare în standardele noastre naționale. Astfel, actualmente 21 standarde au adoptat integral 11 recomandări CEI; 24 standarde au adoptat parțial 16 recomandări CEI, iar 12 standarde reflectă părți din 8 recomandări CEI. Alte 44 recomandări CEI stau la dispoziția specialiștilor noștri din producție, pentru a cunoaște nivelul tehnicii mondiale în domeniile respective și a orienta în consecință nivelul produselor noastre.

4. **Organizarea generală a reuniunii de la New-Delhi.** La reuniunea dintre 30 octombrie și 12 noiembrie 1960, — prima ținută într-o țară din Asia, — au luat parte experți tehnici, ca delegați a 24 țări — printre care și țara noastră — din cele 36 țări membre, — cu delegațiile formate din 2 pînă la 35 de persoane, iar două țări au fost reprezentate prin nespecialiști. Au fost reprezentate toate țările mari, ca India, U.R.S.S., Republica Populară Chineză, Japonia, S.U.A., Marea Britanie, Canada, Franța etc. Din cauza distanțelor mari, au luat parte numai circa 450 delegați, dintre care 350 străini, cu 50 persoane însoțitoare. Ei au făcut parte din 20 dintre Comitetele și subcomitetele tehnice ale Comisiei. Comitetul de acțiune a ținut două ședințe în cursul reuniunii. Lucrările reuniunii, organizate de comitetul național al Indiei, reprezentat de Institutul indian de standardizare, s-au desfășurat în marea clădire a congreselor : Vigyan, Bhavan din New-Delhi.

Deschiderea Reuniunii generale a avut loc în prezența ministrului industriei și comerțului *Lal Bahadur, Shastri,* printr-o cuvîntare a vicepreședintelui Republicii India : *dr. S. Radhakrishnan*, cunoscut filozof al țării sale. Conferința în memoria lui Charles le Maistre, cu subiectul „CEI în avîntul electrotehnicii într-o lume în care distanțele scad" a fost ținută de profesorul G. van Zoeten (Olanda).

Membrii delegațiilor, respectiv conducătorii lor, au fost primiți la reședințele Președintelui Republicii India și a doi guvernatori de state, cum și de primul ministru dr. J. Nehru. Ei au avut ocazia să ia parte la manifestări culturale ale țării gazdă, iar într-o călătorie de studii de 10 zile, în care au parcurs aproape 5 000 km, au vizitat 20 de întreprinderi industriale și 2 baraje, în localitățile Benares, Asansol, Jamshedpur, Calcutta, Bhubanesver, Visakhapatnam, Madras, Metturdam, Bangalore și Bombay.

5. **Activitatea Comitetului de acțiune CEI.** Din raportul de activitate al secretariatului general a rezultat că în perioada 1 iunie 1959 — 31 mai 1960 s-au difuzat peste 2 000 documente, au circulat 61 de documente după regula celor șase luni, s-au publicat 28 recomandări CEI și s-au ținut 64 ședințe de comitete tehnice (CT). Comitetele 3, 13, 23, 29 și 39 au ținut reuniuni la Paris, Bruxelles, Rapallo și Londra.

S-a hotărît ca ing. M. Hayath, președintele Comitetului național al Indiei pentru CEI, să țină în anul 1961 conferința în memoria lui Charles le Maistre. S-a atribuit R.P. Polone președinția CT 27 și Indiei președinția CT 43. S-au înființat comitetele tehnice CT 48 și CT 54.

Cum, în relațiile de export, importatorii cer tot mai mult să se specifice dacă produsele sînt conforme cu recomandările CEI, — pentru a se preveni abuzurile prin folosirea abreviației CEI drept simbol sau marcă de calitate și a evita antrenarea Comisiei în răspunderi privitoare la satisfacerea recomandărilor ei de către produsele care ar purta o astfel de marcă, s-a recomandat Comitetelor tehnice să evite folosirea numelui Comisiei pentru indicarea calității produselor, iar în clasificări și clasări li s-a recomandat să folosească simbolul recomandării respective și nu al Comisiei.

După ce președintele comitetului Advysory Panel of Safety Matters (APSM) a expus rezultatul examinării a 90 de recomandări și documente CEI, aparținînd la 18 comitete tehnice și 24 de subcomitete, din punctul de vedere al respectării cerințelor de siguranță, — Comitetul de acțiune a cerut să se completeze subdivizarea sistematică a acestor documente și să se difuzeze comitetelor tehnice respective, pentru a servi la Reuniunea 1962 din București ca directivă pentru stabilirea de măsuri de siguranță.

S-au luat hotărîri cu privire la delimitarea domeniilor de activitate între CT 53 al CEI și CT 97 al ISO, cum și între CEI și CEE, pentru care s-a convenit caracterul regional și elaborarea de norme în special pentru siguranța nespecialiștilor. S-au acceptat condițiile „de colaborare consultativă" din statutul IMCO, ceea ce permite comisiei să ia parte la ședințele SOLAS, cu bune repercusiuni asupra activității comitetului tehnic TC 18 CEI.

S-a aprobat ca 45 de documente cu elaborarea încheiată provizoriu și privitoare la proiecte de recomandări CEI să fie difuzate țărilor membre pentru votare după regula celor șase luni.

6. **Activitatea Comitetelor și subcomitetelor tehnice ale CEI.** În cele ce urmează prezentăm principalele probleme discutate de cele 20 Comitete și Subcomitete tehnice care s-au întrunit la New-Delhi.

Subcomitetul 2B, *Dimensiunile-motoarelor electrice.* S-a examinat măsura în care s-au adoptat în diferitele țări „Recomandările pentru dimensiunile și puterile nominale ale motoarelor electrice cu picior", cuprinse în documentul CEI 72—1. S-au extins dimensiunile capetelor de arbore, în jos pînă la diametrul de 7 mm, iar în sus pînă la 95 mm, — urmînd ca depășirea

ultimei dimensiuni să fie examinată ulterior. Vechile puteri nominale, de : 0,4 ; 0,6 și 0,8 kW au fost schimbate în : 0,37 ; 0,55 și 0,75 kW-și s-a extins seria lor de la 110 kW pînă la 250 kW. S-a adăugat flanșa cu diametrul exterior de 350 mm la motoarele cu flanșă, cuprinse în documentul CEI 72—2 și s-a hotărît ca în viitor suprafața flanșei să fie coplanară cu umărul de oprire al capătului de arbore, urmînd ca adoptarea flanșelor cu filet interior să fie examinată ulterior. S-a căzut de acord asupra faptului că problema standardizării dimensiunilor motoarelor de curent continuu încă nu e coaptă.

Subcomitetul 2F, *Perii de cărbune și portperii*. S-a constatat că documentul CEI 2F—3 „Dimensiunile periilor de cărbune și ale portperiilor " a întrunit majoritatea de 80 % pentru ca, după mici modficări de redactare, să poată fi publicat ca recomandare CEI. S-au discutat și s-au adoptat măsuri referitoare la propunerile privind ruperea muchiilor periilor de cărbune, unghiurile fețelor de contact și de capăt ale periilor de cărbune, deschiderile fantelor papucilor de cabluri, lungimile cablurilor, ancombramentul disponibil pentru fixarea cablurilor în capetele periilor, uzura radială admisibilă a periilor și dimensiunile cablurilor, dîndu-li-se redactarea necesară spre a fi difuzată Comitetelor naționale, pentru ca acestea să ia poziție în vederea discuțiilor viitoare. S-au discutat propunerile privitoare la coordonarea între dimensiunile periilor și ale cablurilor respective, cum și privitoare la indicații suplimentare în domeniu, față de cele uzuale pînă în prezent, urmînd ca documentele respective să fie difuzate Comitetelor naționale, pentru a lua poziție față de noile propuneri.

Subcomitetul SC 2 G, *Mărimi privind mașinile sincrone*. S-au discutat încercările prin care se pot determina mărimi caracteristice mașinilor sincrone trifazate de peste 1 kVA și pînă la 400 Hz, cum sînt reactanțele, constantele de timp și curentul lor nominal de excitație. S-au prevăzut următoarele măsurări și încercări, de prezentat din nou spre discuție : măsurarea rezistenței ; determinarea caracteristicii în gol ; scurtcircuitul permanent și scurtcircuitul trifazat de impulsie la 20 % și 70 % din tensiunea nominală ; încercări cu alimentarea în monofazat la excitație scurtcircuitată ; scurtciurcuitarea înfășurării de cîmp ; suprimarea scurtcircuitului trifazat permanent ; scurtcircuitarea înfășurării de cîmp în scurtcircuitul trifazat permanent ; încercarea de lansare ; încercarea mașinii, eventual cu sarcină reactivă ; măsurarea defazajului în sarcină — și altele, toate de convenit între părți.

Comitetul CT 12, *Radiocomunicații*. S-au discutat probleme de reorganizare a unor subcomitete ale comitetului 12 și delimitarea față de activitatea CCIR.

Subcomitetul SC 12—1, *Radioreceptoare*. S-au discutat două completări ale recomandărilor CEI 106 pentru măsuri ale radiației perturbatoare pe frecvența intermediară și armonicele ei, cum și în privința extensiunii în 300 și 1 000 MHz, însă fără măsurile în spațiu închis, cum și o propunere pentru măsurările efectuate asupra antenelor de recepție în televiziunea și radiodifuziunea în ultrascurte, prinse pentru procedura după regula celor șase luni. S-a hotărît publicarea recomandărilor privitoare la susceptibilitatea radioreceptoarelor pe unde medii și lungi față de perturbațiile prin tensiuni sinusoidale, iar a celor pe unde ultrascurte, față de perturbațiile impulsionale, după ce se vor aduce mici modificări redactării discutate. S-a discutat parțial noua redactare a recomandărilor 69 CEI privitoare la metodele de măsură la radioreceptoarele radioemisiunilor cu modulație de amplitudine.

Subcomitetul SC 12—2, *Securitate*. S-a hotărît ca la Interlaken să se prezinte materiale privind comportarea termică a izolațiilor, cum și a izolanților pieselor pentru înaltă tensiune. S-a stabilit ca pentru aparatele electronice în atmosferă tropicală să se recomande 50°C ca temperatură a mediului, la încercare și 0,3 mA drept curent periculos. Din cauza numărului mare de obiecții, se va redacta din nou proiectul de recomandări privind măsurile de securitate pentru aparatele electronice alimentate de la rețea. O grupă de lucru va examina metodele de încercare propuse pentru condensatoarele cu protecție contra atingerii.

Subcomitetul SC 12—7, *Încercări climatologice și de durabilitate a aparatelor de radio*. În acest subcomitet s-au condensat ideile privitoare la încercarea la „căldură umedă" ; s-au adus modificări proiectelor privitoare la încercările la rece, la subpresiune, la ermeticitate și rezistența la acțiunea prafului și nisipului. Alte două proiecte au fost transmise spre studiu unor comitete de experți.

Comitetul CT 15, *Izolanți*. S-a hotărît ca o grupă de lucru să propună micșorarea numărului actual de metode și forme de electrozi pentru măsurarea rigidității dielectrice. S-au făcut progrese în problema recomandărilor pentru măsurarea proprietăților dielectrice ale izolanților. S-a hotărît repartizarea pe Comitetele naționale a muncii pentru enciclopedia materialelor izolante, inițiată și începută de Comitetul elvețian. S-au adus precizări asupra rezistenței la tensiune sub acțiunea descărcărilor ionice, asupra influenței radiațiilor asupra izolanților, cum și asupra încercărilor de rezistență la curenți superficiali. Se vor supune Comitetelor naționale directive privitoare la dezvoltarea metodelor de încercare termică și se vor publica recomandările privitoare la stabilitatea termică a sîrmelor lăcuite. Se va continua studiul reprezentării normale a durabilității în funcție de

temperatură. S-au precizat metodele de tratament prealabil.

Comitetul CT 17, *Aparate de comandă și conectare.* S-a hotărît continuarea muncii pentru stabilirea conceptelor fundamentale pentru aparatele de conectare de înaltă și de joasă tensiune.

Subcomitetul 17 A, *Aparate de conectare de înaltă tensiune.* S-au definitivat recomandările pentru separatoare și stabilirea capacității de întrerupere în asimetrie a întreruptoarelor de putere; directivele elaborate pentru încercări ale liniilor aeriene în gol se vor revizui și supune procedurii după regula celor două luni. Supratensiunile de cuplare-decuplare se vor raporta în viitor la nivelul de izolație. Se va continua munca de coordonare a directivelor pentru încercarea cuplării-decuplării cablurilor în gol și a bateriilor de condensatoare.

Subcomitetul SC 17 B, *Aparate de conectare de joasă tensiune.* S-au reexaminat proiectele de recomandări pentru întreruptoarele de putere de joasă tensiune și contactoare. Se vor elabora recomandări pentru întreruptoarele de protecție a motoarelor electrice. Se vor continua eforturile pentru reglarea generală a problemelor liniilor de fugă, cum și pentru unificarea definițiilor în domeniile subcomitetelor 17 A și 17 B. Se vor publica în curînd recomandările privind tipurile de protecție a aparatelor de joasă tensiune.

Comitetul CT 35, *Elemente și baterii galvanice.* S-a hotărît să se publice o ediție completată și remaniată a recomandărilor pentru elemente și baterii galvanice (CEI 57). Se vor supune comitetelor naționale, după regula celor șase luni, recomandări privind încercarea bateriilor, pentru siguranța bateriilor uscate contra curenților de scurgere superficială și a bateriilor de blițuri.

Comitetul CT 36, *Izolatoare.* S-au discutat observațiile Comitetelor naționale privind recomandările pentru încercarea izolatoarelor suport de cel puțin 1 kV, cum și pentru izolatoarele foarte mari, care remaniate, vor fi difuzate din nou, conform procedurii după regula celor două luni. Se vor face propuneri de recomandări pentru izolatoare de fir de cale.

Subcomitetul 39/40, *Dulii și accesorii pentru tuburi electronice.* S-a propus standardizarea duliilor de tuburi pentru trei clase climatice, cu indicații privind încercările, dimensiunile de racord, date electrice și forțele de înfigere și smulgere a tuburilor. În problema ecranărilor electrostatice și contra transferului de căldură ale tuburilor se caută încă soluții care să asigure contactarea mecanică cu tubul, în condițiile de standardizare, admise de Comitetul CT 39.

Comitetul CT 40, *Condensatoare și rezistențe pentru aparate electronice.* S-a discutat reorganizarea subcomitetelor și încadrarea adecvată a prescripțiilor pentru metodele de încercare a componenților.

Subcomitetul SC 40—3, *Cristale piezoelectrice.* S-au discutat specificațiile pentru suporții de cuarțuri de oscilație, cuarțuri-filtre, încercările de etanșeitate și îmbătrînire — și termostate, tablouri cu date, cum și metode de măsură.

Subcomitetul SC—40—4, *Fișe și întreruptoare.* S-a hotărît publicarea de recomandări pentru întreruptoare în trepte și basculante — și legături cu fișe pentru frecvențe pînă la 3 MHz. Se va urma regula celor două luni pentru proiectul de recomandări privind standardizarea fișelor pentru aparate de radio și fono. Se vor reelabora propuneri de recomandări pentru standardizarea fișelor multiple pentru scheme imprimate. Se va difuza, pentru procedura după regula celor șase luni, proiectul de recomandări privind încercarea forței de acționare a întreruptoarelor basculante.

Subcomitetul 40—5, *Metode de încercări climatice și mecanice.* S-au pregătit pentru difuzarea după regula celor șase luni, proiectele de recomandări și prescripții privind clasele de încercare pentru componenți, încercarea la mucezire, încercarea la variații de temperatură și încercările în ceață salină și la etanșeitate. S-au examinat recomandări privind încercări mecanice și climatice, cum și procedee de producere a diferitelor umidități ale aerului.

Comitetul CT 43, *Ventilatoare electrice.* S-au discutat proiectele de recomandări pentru ventilatoarele electrice de tavan, de masă și cu stativ, fără a se fi ajuns în faza difuzării după regula celor șase luni. Se vor preciza puterile pentru ventilatoare și metodele de măsură a debitelor de aer pentru ventilatoarele de tavan, cum și metodele de încercare a ventilatoarelor de masă și cu stativ.

Comitetul CT 45, *Aparate de măsură în legătură cu radiațiile ionizante.* S-a discutat elaborarea de recomandări privind măsuri de securitate și modul de folosire a instrumentelor electrice de măsură a radiațiilor ionizante — și s-a împărțit munca în: clase de aparate și terminologie, măsuri de protecție, interschimbabilitatea aparatelor și părților lor, și instrumentarea reactoarelor.

În cei patru ani de existență, Comitetul electrotehnic romîn, pentru a spori ponderea poziției noastre în reuniuni cum și influența noastră în organizație, a elaborat, pentru CEI și ISO, două lucrări mai cuprinzătoare, privind probleme de unități de măsură și raționalizare a mărimilor electrice și magnetice, a făcut observații privind 95 documente CEI — și a luat poziție față de proiecte de recomandări după regula celor șase luni și față de proiecte de recomandări după regula celor două luni, dintre care 10 au format obiectul discuțiilor în cursul Reuniuii generale CEI de la New-Delhi.

Histereza electromecanică

Un nou proces de transformare a energiei electrice în lucru mecanic. Aplicații la realizarea unor noi tipuri de motoare electrice

Matei Marinescu* – București

Noul proces de transformare a energiei electrice în lucru mecanic pus în evidență în prezenta lucrare va conduce la realizarea unor motoare electrice dezvoltînd putere mecanică sub formă de mișcare alternativă și care vor permite înlocuirea avantajoasă a actualului sistem folosit pentru obținerea mișcării alternative prin transformarea mișcării de rotație cu ajutorul mecanismelor, sistem complicat și avînd un randament scăzut.

De asemenea, el deschide calea aplicațiilor pompelor cu piston funcționînd pe principiul „sonic" spre deosebire de cel „hidraulic" folosit pînă în prezent. Această aplicație implică realizarea unor economii importante de material și energie în domeniul acționărilor electrice în petrol, alimentări cu apă etc.

CZ 538.53 : 621.313 3

Motoarele electrice a căror funcțiune se bazează pe variația periodică a inductanței proprii sînt folosite actualmente în domeniul puterilor mici de ordinul zecilor de wați, domeniu în care nu interesează randamentul și factorul de putere, accentul punîndu-se pe simplitatea construcției.

Convingerea unanim împărtășită, printre specialiști, este că asemenea motoare nu pot avea un factor de putere acceptabil și un randament ridicat pentru a putea fi folosite la puteri mari, de ordinul kW.

În lucrarea de față se va analiza fundamentul acestei concepții și ce anume element a scăpat pînă acum cercetărilor în acest domeniu al electrotehnicii și a cărui intervenție schimbă radical situația permițînd realizarea, pe baza variației periodice a inductanței proprii a unor motoare cu factor de putere unitar și randament ridicat la nivelul celor mai bune motoare electrice existente.

Scurtă trecere în revistă a metodei clasice de analiză a performanțelor motoarelor cu inductanță periodic variabilă. Obținerea lucrului mecanic prin „deformația" curentului. Motoarele cu inductanță periodic variabilă sînt descrise, în toată generalitatea, de următorul sistem de ecuații bine cunoscut în electrotehnică [1]:

$$e = Ri + \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}(Li), \qquad (1\,a)$$

$$\frac{1}{2} i^2 \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}x} = \frac{1}{2} \frac{i^2}{v} \cdot \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t} = m \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + r\,v, \qquad (1\,b)$$

în care am presupus că în rezistența mecanică r este cuprinsă și sarcina mecanică, căreia i se transmite puterea electrică absorbită de la sursă.

În acest sistem de ecuații se dă $e\ (t)$, în general sinusoidal; de asemenea, se dă $L\ (x)$, adică variația inductanței cu deplasarea armăturii, funcție care se dezvoltă sub forma unui polinom cu 2 sau 3 termeni [2].

Urmează deci să se rezolve sistemul (1 *a*, *b*) în raport cu i și v, pornind de la aceste date. În acest scop se procedează prin folosirea metodei aproximațiilor succesive și anume: se presupune într-o primă aproximație mișcarea $x\ (t)$, sinusoidală, după care se calculează $L\ (t)$. După aceea se integrează (1 a) în raport cu $i\ (t)$. Rezultatul integrării se prezintă sub forma de serie Fourier, curentul fiind astfel deformat față de f.e.m. aplicată e. După aceea se introduce $L\ (t)$ și $i(t)$ în ecuația (1 b), după care se rezolvă această ecuație în raport cu $v\ (t)$: Noul $x(t) = \int v\mathrm{d}t$ astfel obținut, va constitui o soluție de secundă aproximație, care diferă încă apreciabil de soluția sinusoidală de primă aproximație. Procesul se repetă cu această nouă soluție pînă cînd soluția aproximației a n^a diferă numai puțin de soluția precedentă. După cum se vede, procedeul este foarte laborios și la prima vedere ne arată că atît curentul cît și viteza sînt funcții periodice, dar nesinusoidale. După ce s-a obținut astfel $i(t)$ și $v(t)$, sub forma de serii Fourier, se analizează puterea mecanică dezvoltată de motor pe baza expresiei:

$$P_m = \frac{1}{2T} \int_0^T i^2 \cdot \frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t} \mathrm{d}t. \qquad (2)$$

Trebuie menționat aici că însăși operația integrării ecuației (1 a) în raport cu $i(t)$, pentru un $L(t)$ periodic dat, nu este o operație simplă. Pe de altă parte printr-un raționament simplu se poate vedea că procesul de transformare a energiei electrice în lucru mecanic, prin deformația curentului, nu este compatibil cu un factor de putere ridicat. Într-adevăr, să considerăm în (1 a) pe R neglijabil; vom avea atunci:

$$i = \frac{\int e\mathrm{d}t}{L} \qquad (3)$$

---

* Dr. ing. *M. Marinescu*, profesor la Institutul de petrol și gaze – București este membru corespondent al Academiei R.P.R.

și dacă

$$L = L_0 + \lambda \cos \omega t, \qquad (4)$$

se poate vedea îndată că, dacă $\lambda \ll L_0$, distorsiunea de armonici a curentului este mică, în schimb cos φ este aproximativ egal cu zero defazajul φ între curent și f.e.m. fiind aproximativ egal cu 90°. Dacă din contra $\lambda \cong L_0$, atunci distorsiunea armonică este mare și curentul fiind mult deformat față de f.e.m. rezultă iarăși că factorul de putere este scăzut. Valoarea maximă a factorului de putere care se poate obține pe această cale este, așa după cum am arătat într-o lucrare anterioară [3], egală cu $1/\sqrt{2} \cong 0{,}7$, pentru cazul ideal al unei variații extremale a lui $L\,(t)$.

Față de aceste rezultate s-ar părea că realizarea pe această cale a unui factor de putere ridicat este, principial, imposibilă.

Obținerea lucrului mecanic pe baza „histerezei electromecanice". Metodei de analiză, descrisă mai sus, îi scapă însă un element esențial trecut neobservat pînă în prezent și anume faptul că inductanța poate să depindă nu numai de x, dar și de v, deci $L(x, v)$; cu alte cuvinte ea poate căpăta valori diferite pentru același x, după cum viteza armăturii este îndreptată, la un moment dat, în sensul în care $\frac{dL}{dx} > 0$ sau în sensul contrar, în care $\frac{dL}{dx} < 0$.

Aceasta se poate exprima analitic printr-o funcție *neunivocă*. Trebuie deci să facem o distincție între $L_s\,(x)$ static, pentru $v = 0$, care este o funcție univocă și $L_d\,(x)$ dinamic pentru $v \neq 0$, care este o funcție neunivocă.

Deci în rezolvarea sistemului (1 a, b) va trebui introdusă, pentru a ține cont de faptul nou că inductanța poate fi o funcție nu numai de x, dar și de v, o funcție neunivocă. În această nouă concepție asupra procesului dinamic, în baza căruia poate avea loc transformarea energiei electrice în lucru mecanic, rezolvarea sistemului (1 a,b) ia cu totul alt aspect. După cum vom arăta în dezvoltările ulterioare ale calculelor, apariția lucrului mecanic în cazul neunivocității curbei $L_d\,(x)$ nu mai este datorită deformației curentului față de f.e.m. și deci față de flux, ci poate să fie datorită numai defazajului care apare între curentul sinusoidal și flux. Curba $\varphi\,(i)$ este și ea o curbă neunivocă, o elipsă, ale cărei axe pot fi paralele cu axele coordonatelor, în care caz $\varphi\,(t)$ și $i\,(t)$ sînt defazate cu 90° și deci $e\,(t)$ și $i\,(t)$ sînt în fază. Elipsa este parcursă ca și o buclă de histerezis magnetic, în sensul invers acelor ceasornicului, procesul prezentînd o analogie remarcabilă cu acesta din urmă. Aria elipsei este egală cu lucrul mecanic efectuat într-o perioadă.

Apariția lucrului mecanic nu mai este deci legată de deformația curentului, ci de defazajul acestuia, față de flux. Pentru caracterizarea acestui proces, avînd în vedere analogia semnalată, l-am denumit histereză electromecanică el reproducînd la scară macroscopică ceea ce se produce la scara microscopică în structura materialului magnetic solicitat la un cîmp sinusoidal. Mai mult decît atît, ca și în cazul histerezei magnetice se va vedea că histereza electromecanică este legată de prezența unei componente de curent continuu, care spre deosebire însă de curenții particulari ai lui Ampère, care circulă în circuitul de rezistență nulă, necesită aici prezența unei f.e.m. constantă aplicată circuitului. Toate acestea vor fi precizate în cele ce urmează.

Metodă de rezolvare a sistemului (1 a, b) în cazul procesului de histereză electromecanică

Pentru a cuprinde în rezolvarea sistemului (1 a, b) acest nou proces, s-a văzut că trebuie plecat de la curba $L_d\,(x)$, adică de la o curbă neunivocă. Vom proceda, mai simplu, urmînd o cale indirectă și anume: vom presupune „a priori" curentul sinusoidal (în care caz producerea lucrului mecanic prin deformația curentului este eliminată); vom integra (1 a) în raport cu $L\,(t)$, ceea ce se obține prin simpla cuadratură. Avînd pe $L(t)$ și $i\,(t)$ rezolvăm pe (1 b) în raport cu $v\,(t)$, ceea ce ne dă pe $x\,(t) = \int v dt$.

Din $x(t)$ și $L(t)$ deducem pe $L_d\,(x)$, care urmează să fie o curbă neunivocă (dacă $\varphi \neq 90°$), care pentru $v = 0$ devine o curbă univocă: $L_s\,(x)$.

Pentru ca un asemenea proces să aibă loc într-un sistem real, un electromagnet spre exemplu, va trebui ca c.$L_s\,(x)$ dedusă pe baza teoriei de mai sus, să corespundă curbei reale de variație statică a inductanței cu poziția armăturii electromagnetului, ridicată experimental pe sistemul considerat. Influența abaterilor curbei reale față de cea teoretică, asupra funcționării, poate fi analizată printr-o metodă de aproximații succesive ca aceea descrisă mai sus, pentru cazul procesului „deformant" — deformația curentului intervenind aici ca o corecție adusă curentului sinusoidal.

După cum s-a menționat mai sus, pe baza analogiei cu fenomenul de histereză magnetică, se va lua pentru e expresia:

$$e = E_0[1 + p \cos (\alpha + \varphi)] \qquad (5)$$

și deci:

$$i = I_0[1 + q \cos \alpha)], \qquad (6)$$

unde:

$$\alpha = \omega t - \varphi, \qquad (7)$$

de unde se vede că alimentarea sistemului se face cu o f.e.m. ondulată, rezultatul suprapunerii unei componente :

$$e_\omega = E_\omega \cos(\alpha + \varphi), \quad (E_\omega = p\ E_0) \qquad (8)$$

de pulsație, cu o componentă continuă E_0. Rolul acestei componente constante, în procesul histerezei electromecanice se va vedea mai departe.

Curentul se presupune de aceeași formă, avînd însă o amplitudine I_ω a componentei de pulsație dată de $I_\omega = q\ I_0$ și defazată cu φ în urma f.e.m. Rezolvînd deci (1 a) în raport cu $L(t)$, obținem prin cuadratură, pentru $L\ (\alpha)$ expresia :

$$\omega L(\alpha) = \rho \frac{tg\,\psi + q \sin\alpha}{1 + q\cos\alpha} + X, \qquad (9)$$

unde :

$$(a)\ \rho = R\left(\frac{p}{q}\cos\varphi - 1\right);\ (b)\ X = R\frac{p}{q}\sin\varphi, \qquad (10)$$

iar tg ψ constantă arbitrară, introdusă prin integrare ; trebuie totodată, să menționăm că : q, φ, p, tg ψ și I_0 sînt , pentru moment, parametri necunoscuți și că avem de asemenea relația :

$$E_0 = R.I_0. \qquad (11)$$

Observații asupra expresiilor (9) și (10)

Înainte de a merge mai departe, este necesar de a menționa următoarele, în legătură cu rezultatele obținute mai sus.

a) Din relația (9), observăm că soluția ecuației (1 a) în raport cu $L(t)$ cînd $i\ (t)$ este dat de (7) conține o informație prețioasă, un factor nou și anume că, în afara soluției banale $L = L_M$, care corespunde stării de repaos a armăturii motorului, în care armătura stă imobilă în poziția în care fluxul este maxim, fiind menținută în această poziție de forțele de atracție electromagnetice și cînd avem de asemenea :

$$I_\omega = \frac{E_\omega}{\sqrt{R^2 + (L_M\,\omega)^2}}, \qquad (11\,b)$$

mai există și o a doua soluție, dată de (9) și care corespunde unei stări dinamice, în care L variază periodic cu timpul, cu o frecvență egală cu a curentului de pulsație, între două limite date aproximativ de expresiile :

$$\omega L_M = \rho \frac{\text{tg}\,\psi}{1 + q} + X, \qquad (12)$$

$$\omega L_M = \rho \frac{\text{tg}\,\psi}{1 - q} + X \qquad (13)$$

și cînd :

$$i_\omega = \frac{e_\omega}{(\rho + R) + \text{j}\,X} = \frac{e_\omega}{zd}; \quad I_\omega = \frac{E_\omega}{\sqrt{(R+\rho)^2 + X^2}}.$$

Vedem că spre deosebire de expresia (11 b) apare aici pe lîngă R o rezistență ρ și în locul lui $(L_M\ \omega)$ o reactanță X. Vom denumi pe ρ și X rezistență și reactanță dinamică, respectiv, iar expresia $Z_d = \rho + \text{j}\ X$, impedanța dinamică.

Este evident că variația periodică a lui $L\ (\alpha)$ definită de (9) corespunde unei mișcări periodice a armăturii cu frecvență pe jumătate, mișcare a cărei expresie matematică o vom determina în cele ce urmează. Starea dinamică a electromagnetului este deci caracterizată prin apariția în circuitul electric a unei impedanțe dinamice, ale cărei componente sînt date de (10).

b) Pentru ca $L\ (\alpha)$ definit de (9) să aibă o semnificație fizică trebuie ca $q < 1$; altminteri $L\ (\alpha)$ ar căpăta valori infinite și negative, ceea ce este lipsit de sens fizic.

c) Din relația (10 a) vedem că pentru $\rho > 0$ ceea ce corespunde funcționării ca motor, trebuie să avem : $p \cos\varphi > q$ și în particular pentru $\cos\varphi = 1$ trebuie ca $p > q$.

d) Din relațiile (9) și (7) putem obține imediat lucrul mecanic efectuat într-o perioadă, calculat după (2). Obținem astfel :

$$\tau = \frac{1}{2} p I_\omega^2 \cdot T = \frac{1}{2} R\left(\frac{p}{q}\cos\varphi - 1\right) I_\omega^2 \cdot T \qquad (14)$$

și dacă $\cos\varphi = 1$ și $p \gg 1$,

$$\tau = \frac{1}{2}\frac{p}{q} R\, I_\omega^2 \cdot T. \qquad (14\,b)$$

Observăm astfel că randamentul poate fi mare, deoarece $\rho = \frac{p}{q} R \gg R$, și că factorul de putere poate fi egal cu unitatea.

Aceste concluzii, deduse imediat din (9) și (7) vor fi analizate în detaliu, după rezolvarea ecuației (1 b).

e) În sfîrșit, vom menționa că existența regimului dinamic, definit de (9), depinde de soluția tranzitorie (1 a) și (1 b), soluție care nu va fi analizată aici. În cele ce urmează vom admite implicit existența regimului dinamic, staționar.

Demonstrarea experimentală a regimului dinamic oscilant

Înainte de a dezvolta în continuare teoria, vom prezenta rezultatele experimentale privind existența regimului dinamic oscilant, rezultînd teoretic din (9).

În acest scop s-a luat ca sistem cu inductanță variabilă electromagnetul ilustrat schematic în figura 1 și care a fost alimentat cu un generator de 16 Hz. Armătura, atrasă de forțele electromagnetice s-a situat în centrul bobinei deci : $L = L_M$. Un generator de curent continuu fiind introdus în circuit s-a ridicat în mod progresiv f.e.m. a acestuia. Pentru o anu-

mită valoare critică a acesteia armătura intră automat în sincronism pe o frecvență egală cu jumătate din frecvența curentului, atingînd o amplitudine de oscilație care depinde de raportul celor două tensiuni aplicate, cît și de valoarea absolută a uneia din ele.

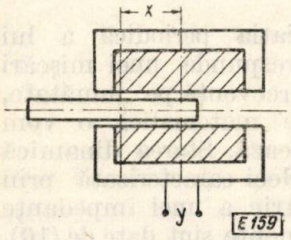


Fig. 1. Electromagnet solenoidal.

Mărind tensiunea de curent continuu peste valoarea critică de mai sus, amplitudinea de oscilație crește pînă la o altă valoare critică (superioară) a f.e.m. de curent continuu cînd armătura este proiectată, cu putere, în afara bobinei.

Experiența confirmă, deci, în linii generale starea dinamică a unui electromagnet cu cursă lungă, de tipul din figura 1, prevăzută de teorie, atunci cînd f.e.m. aplicată este de forma (6) și cînd legea de variație a inductanței urmează oarecum forma dată de (9).

„Asimetria" legii de variație a inductanței și „cicluri dinamice"

Unul din specificurile cele mai importante ale curbei $L\ (\alpha)$ definită de (9) este asimetria ei, caracterizată prin termenul:

$$\frac{q \sin \alpha}{1 + q \cos \alpha}.$$

Datorită prezenței acestui termen, avem $\tau \neq 0$ și avînd ca valoare expresia dată de (14).

Asimetria ecuației (9) a fost analizată matematic, într-o lucrare anterioară [4] obținînd rezultatul că semiperioada pentru care $\frac{dL}{d\alpha} > 0$ este mai lungă decît semiperioada pentru care $\frac{dL}{d\alpha} < 0$ și că L_M are loc pentru $\alpha < \pi$.

Să analizăm modul în care această asimetrie se traduce în planul (L, i). Eliminînd pe α între (9) și (7), obținem ecuația:

$$x^2 \cdot y^2 + \frac{\eta^2}{q^2} x^2 - 2x\,y - 2\frac{\eta^2}{q^2} x + \\ + 1 - \eta^2\left(1 - \frac{1}{q^2}\right) = 0, \tag{15}$$

unde:

$$y = \frac{\left(1 - \frac{X}{\omega L}\right) L_\omega}{\rho \cdot \operatorname{tg} \psi} = \frac{1 + \eta \sin \alpha}{1 + q \cos \alpha},$$

$$\left(\frac{1}{1+q} < y < \frac{1}{1-q}\right),\ \eta = \frac{q}{\operatorname{tg} \psi};\ x = \tag{15 b}$$

$$= \frac{i}{I_0} = 1 + q \cos \alpha, \left((1-q) < x < (1+q)\right)$$

și presupunînd că: $X \ll \omega L_m$, astfel încît:

$$y \cong \frac{\omega L}{\rho \operatorname{tg} \psi}.$$

Ilustrînd (15) în planul (y, x) obținem o „buclă" descrisă în sensul invers acelor ceasornicului, cînd timpul crește. Perioada descrierii buclei este de $T = \frac{2\pi}{\omega}$ s.

Suprafața buclei este proporțională cu η. Dacă $\eta = 0$, (cînd $L\ (\alpha)$ devine simetrică, deoarece în acest caz $\operatorname{tg} \psi = \infty$), suprafața buclei este zero, iar ecuația (15) ne dă o curbă univocă, o hiperbolă:

$$y = \frac{1}{x}.$$

Dacă ne referim la definiția lui y și x vedem că y poate fi luat ca scară proporțională pentru L și x ca scară proporțională pentru i, astfel încît bucla în planul (y, x), reprezintă o buclă în planul (L, i) și anume, „ciclul inductanței".

Putem trage concluzia că asimetria curbei $L\ (\alpha)$ este cauza ciclului inductanței care la rîndul ei este, după cum vom vedea îndată, cauza „ciclului fluxului" care ne dă energia disponibilă, transformată în lucru mecanic.

Pentru a transforma „ciclul inductanței" în „ciclul fluxului" corespunzător, trebuie să trecem de la variabila L la variabila φ.

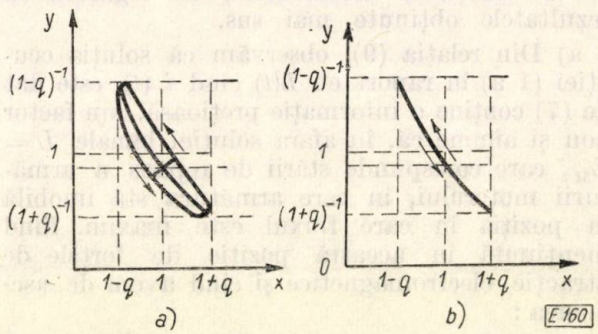


Fig. 2. Ciclul inductanței $L\,(i)$:
a — cu dezvoltarea în lucru mecanic; *b* — în lipsa lucrului mecanic.

Aceasta se poate face pe baza schimbării de variabilă, definită de:

$$y = A \frac{z}{x},$$

unde:

$$A = \frac{n\,\omega}{I_0 \rho \cdot \operatorname{tg} \psi},$$

$$Z = \varphi$$

și: $n =$ numărul de spire al bobinei, $\varphi =$

fluxul de-a lungul circuitului magnetic. Introducînd deci pe Z în (15), obținem :

$$A^2 \cdot Z^2 + \frac{\eta^2}{q^2} x^2 - 2 A Z - 2 \frac{\eta^2}{q^2} x + \\ + 1 - \eta^2 \left(1 - \frac{1}{q^2}\right) = 0 \tag{16}$$

ecuație care reprezintă elipsa din figura 3, *a* descrisă în sensul invers acelor ceasornicului, cînd timpul crește, într-o perioadă de T secunde (fig. 3, *a*), elipsa avînd ca centru punctul de coordonate : $(1, A^{-1})$.

Suprafața elipsei este proporțională cu energia disponibilă, transformată în lucru mecanic în timpul T. Avem într-adevăr :

$$S = \pi \frac{2\eta}{A} 2q = 2 \frac{q^2 \cdot I_0 \rho}{n} T.$$

Pentru a obține energia W trebuie să înmulțim pe S cu factorul de proporționalitate $\frac{1}{4} n I_0$, obținînd :

$$W = \frac{1}{2} \rho q^2 \cdot I_0^2 T = \frac{1}{2} \rho I_\omega^2 T,$$

sau :

$$P = \frac{W}{T} = \frac{1}{2} \rho I_\omega^2,$$

adică tocmai expresia lui τ dată de (14).

Suprafața de sub elipsă reprezintă o parte din energia magnetică înmagazinată în cîmpul magnetic. Această energie oscilează între sursă și sisteme și este legată de apariția lui cos φ. Vom vedea mai departe că energia totală, înmagazinată, poate fi nulă, în care caz cos $\varphi = 1$.

Ca și în cazul „ciclului inductanței" dacă $\eta = 0$, adică atunci, cînd $L(\alpha)$ este simetric (tg $\psi = \infty$), avem $S = 0$, diametrul cel mic al elipsei fiind egal cu zero.

Elipsa degenerează într-o dreaptă (fig. 3, *b*).

Vom denumi în cele ce urmează, una sau cealaltă din cele 2 bucle cu numele generic de

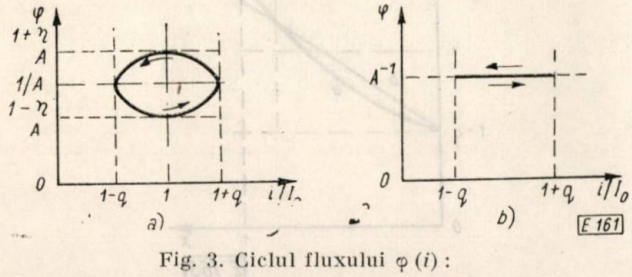


Fig. 3. Ciclul fluxului $\varphi(i)$:
a — în prezența lucrului mecanic ; *b* — în lipsa lucrului mecanic.

„cicluri dinamice" pentru a marca faptul că apariția lor este legată de transformarea energiei electrice în lucru mecanic, în asemenea sisteme și de apariția unui lucru mecanic diferit de zero, într-o perioadă.

Aceste cicluri dinamice sînt descrise în sensul invers acelor ceasornicului în sincronism cu o frecvență $f = \frac{2\pi}{\omega}$, ca urmare a mișcării periodice a armăturii electromagnetului, cu o frecvență $f_m = \frac{1}{2} f$, învingînd o rezistență mecanică r.

Pentru a face un pas mai departe în analiza procesului stării dinamice a sistemului, trebuie să rezolvăm ecuația (1 b) în raport cu v.

Calculul vitezei instantanee v a armăturii electromagnetului în cazul mișcării alternative

Introducînd în ecuația (1 b) expresiile lui $L(\alpha)$ și $i(\alpha)$ date de (7) și (9) obținem ecuația mișcării :

$$1 + \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}}{q} \cos(\alpha - \psi) = M \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\alpha}(v^2) + 2 N.v^2, \tag{17}$$

unde :

$$M = \frac{m\omega}{E_0 I_0 q (p \cos\varphi - q)} ; \quad N = \frac{r}{E_0 I_0 q (p \cos\varphi - q)} . \tag{17'}$$

Integrînd ecuația (17) obținem pentru $v(t)$ expresia :

$$v = \pm \frac{1}{\sqrt{2N}} \sqrt{1 + a \cos\left(\alpha - (\psi + \gamma)\right) - K e^{\frac{-2r}{m\omega} t}}, \tag{18}$$

unde :

$$a = \frac{1}{q} \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}}, \tag{19}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{m\omega}{2r} = \frac{m\Omega}{r}, \tag{19 b}$$

K, fiind o constantă de integrare.

Din expresia (19) rezultă pentru regimul permanent :

$$v = \pm \frac{1}{\sqrt{2N}} \sqrt{1 + a \cos\left(\alpha - (\psi + \gamma)\right)} . \tag{20}$$

Din relația (20) se vede că singura valoare posibilă a lui a, compatibilă cu „starea dinamică" de oscilație permanentă, este unitatea. Într-adevăr, într-un regim periodic oscilant viteza trebuie să treacă în mod periodic prin zero și să schimbe semnul. Dacă $a < 1$ viteza nu este niciodată nulă mișcarea fiind de rotație neuniformă, iar dacă $a > 1$, cantitatea de sub radical devine în mod periodic negativă și deci viteza imaginară, ceea ce este lipsit de semnificație fizică.

De aceea vom avea, referindu-ne la (19) :

$$a = \frac{1}{q} \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \psi}{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma}} = 1 \tag{21}$$

şi

$$v = \pm \frac{1}{\sqrt{2N}} \sqrt{1 + \cos\left(\alpha - (\psi + \gamma)\right)} = \frac{1}{\sqrt{N}} \cos\left(\frac{\alpha}{2} - \psi + \gamma\right), \quad (21\,b)$$

vedem astfel că mişcarea este sinusoidală, de amplitudine:

$$v_m = \frac{1}{\sqrt{N}} = I_0 \sqrt{\frac{R}{r} q\,(p \cos \varphi - q)}, \quad (22)$$

de frecvenţă egală cu $\frac{\omega}{2}$ şi defazată cu : $\frac{\psi + \gamma}{2}$.

Vedem de aici că defazajul este suma a două defazaje, dintre care unul (γ) datorit parametrilor mecanici (ecuaţia 19 b), iar celălalt (ψ) legat de asimetria *c.L* (α).

Relaţia (21) se poate scrie, cînd $\operatorname{tg} \gamma \gg 1$, $q \approx 1$

$$\operatorname{tg} \psi \approx q \cdot \operatorname{tg} \gamma \quad (23)$$

şi ne dă valoarea constantei arbitrare $\operatorname{tg} \psi$ introdusă prin integrare în ecuaţia (1 a).

Referindu-ne la (15 b) avem de asemenea:

$$\eta = \frac{1}{\operatorname{tg} \gamma} \quad (23\,b)$$

şi referindu-ne la (21 b):

$$x = \int v dt = \frac{2 v_m}{\omega} \sin\left(\frac{\alpha}{2} - \frac{\psi + \gamma}{2}\right) = x_m \sin\left(\frac{\alpha}{2} - \frac{\psi + \gamma}{2}\right). \quad (24)$$

Legea de variaţie a inductanţei cu deplasarea armăturii

a) *Legi „statice" şi „dinamice"*. Odată ce am obţinut pe $L\ (\alpha)$ şi $x\ (\alpha)$, putem obţine pe $L\ (x)$, prin eliminarea lui α între $L(\alpha)$ şi $x\ (\alpha)$. Trebuie să distingem legea de variaţie „statică" de cea „dinamică" în care scop le vom însemna, respectiv cu $L_s\ (x)$ şi $L_d\ (x)$. Astfel $L_s\ (x)$ se va obţine din eliminarea lui α între $L\ (\alpha)$ şi $x\ (\alpha)$, pentru $\eta = 0$. Pentru $\eta \neq 0$, vom obţine pe $L_d\ (x)$. Ca şi în cazul c. $L_s\ (i)$ şi $\varphi_1\ (i)$, curba $L_s\ (x)$ este o curbă univocă, în timp ce c. $L_d\ (x)$ este o curbă neunivocă, un „ciclu dinamic", suprafaţa ciclului fiind proporţională cu lucrul mecanic efectuat de mişcarea armăturii.

b) *Legea „statică" $L_s\ (x)$ teoretică*. Efectuînd eliminarea lui α între (9) şi (4) pentru $\eta = 0$, obţinem cu o bună aproximaţie relaţia:

$$\omega L_s = \frac{\rho \operatorname{tg} \psi}{1 - q} \cdot \frac{1}{1 + \frac{2q}{1 - q} x'^2}, \quad (25)$$

unde: $x' = x/x_m$, $(0 \leqslant x' \leqslant 1)$

şi în care s-a presupus că: $X \ll \omega L_m$, şi că: $\varepsilon_1,\ \varepsilon_2 \ll 1$,
unde:

$$\varepsilon_1 = \frac{\pi}{2} - \gamma,\ \varepsilon_2 = \frac{\pi}{2} - \psi,$$

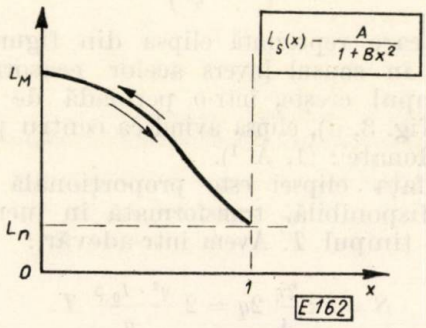


Fig. 4. Legea de variaţie statică $L_s\ (x)$, a inductanţei.

relaţii compatibile cu presupunerea că $\operatorname{tg} \gamma$, $\operatorname{tg} \psi \ll 1$.

Vedem din (25) că $L_s\ (x)$ este o curbă univocă, a cărei reprezentare în planul $(L_s,\ x')$ ne dă curba din figura (4) din care se vede că $L_s\ (x)$ are aceeaşi formă generală ca şi caracteristica: „inductanţă-deplasare" în cazul unui electromagnet cu cursa lungă.

c) *Legea statică reală $L_s\ (x)$*. Pe un electromagnet dat, curba $L_s\ (x)$ se ridică experimental măsurînd inductanţa bobinei, la frecvenţa de alimentare, pentru diferite poziţii ale armăturii şi ajustînd valoarea curentului continuu la aceea dată de funcţia $i\ (x)$ obţinută prin eliminarea lui α între ecuaţiile (24) şi (6). Efectuînd această eliminare obţinem, analitic ecuaţia (26):

$$\frac{i}{I_0} = (1 - q) + 2\,q\,x'^2 \quad (26)$$

şi grafic, *c* din figura 5:

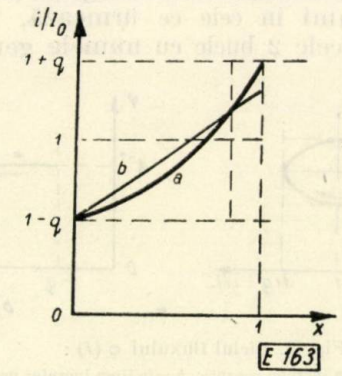


Fig. 5. Legea de variaţie a curentului $i\ (x)$, în lipsa lucrului mecanic.

Deci valoarea curentului, pentru fiecare poziţie x a armăturii, la care se va măsura inductanţa, va fi dată de *c* din figura 5 a.

Eventual o bună aproximație se va putea obține alimentînd bobina electromagnetului cu o f.e.m. constantă, avînd o valoare care să dea un curent egal cu : $(1 - q)$. I_0.

Cu cît curba reală L_{sr} (x) ridicată experimental pe un electromagnet dat, în conformitate cu cel de mai sus, este mai apropiată de curba teoretică ilustrată în figura 4, cu atît proprietățile regimului dinamic deduse teoretic aici, se vor apropia mai mult de funcționarea reală a electromagnetului.

Dacă din contra, sînt diferențe apreciabile între cele două curbe, cea ridicată experimental și cea dedusă teoretic, atunci vor apare armonici de curent în $i(t)$, schimbînd condițiile de funcționare. Problema privind influența abaterii curbei reale față de cea teoretică asupra procesului oscilatoriu nu va fi tratată aici.

Randamentul μ al transformării puterii electrice în putere mecanică în electromagnet funcționînd ca motor sincron

Să calculăm acum randamentul μ al electromagnetului, funcționînd ca motor „randamentul" electromecanic fiind unul din parametrii importanți care fixează valoarea practică a unui motor electric.

Referindu-ne la definiții avem :

$$\mu = \frac{P_m}{P_e},$$

unde :

$$P_m = \frac{1}{2T}\int_0^T i^2 \mathrm{d}L,$$

$$P_e = \frac{1}{2T}\int_0^T ei\,\mathrm{d}t.$$

Astfel, P_m este puterea mecanică efectuată asupra sarcinii, iar P_e este puterea electrică totală debitată de sursă, inclusiv puterea debitată de sursa de curent continuu.

Calculînd expresiile de mai sus obținem :

$$\mu = \frac{p\cos\varphi - q}{p\cos\varphi + \frac{2}{q}}. \qquad (28),$$

Dacă $p.\cos\varphi$ este constant , μ are un maxim în raport cu q, pentru $q = 1$ și care crește cu $p.\cos\varphi$ atingînd, în mod asimptotic, unitatea.

Vom calcula ulterior, pornind de la (28), o altă expresie a lui μ în funcție de parametrii primari electrici și mecanici, ai sistemului.

Calculul condițiilor de funcționare a electromagnetului în funcție de parametrii primari electrici și mecanici ai sistemului

Toate relațiile obținute pînă aici, sînt în funcție de parametri, încă necunoscuți : q, φ, I_0 și η. Vom face acum un pas înainte, calculînd acești parametri în funcție de parametrii primari, electrici și mecanici, ai sistemului și anume : R, L_M, L_m, m, r, E_0 și ω, a căror valoare, pentru un electromagnet dat se poate obține direct prin măsurători asupra electromagnetului respectiv.

Avem deci nevoie de patru ecuații între cei patru parametri necunoscuți și parametrii primari. Putem să ne facem îndată o idee despre numărul ecuațiilor independente, pe care ni le dau relațiile stabilite pînă acum. Într-adevăr bucla eliptică a fluxului φ_d (i) ne pune la dispoziție patru ecuații independente. Dintre acestea, una ne dă îndată pe η și anume ecuația (33 b), iar a doua ne este dată de ecuația amplitudinilor (22). Mai rămîn deci încă două ecuații pe care trebuie să le determinăm acum.

Din expresia (13) și urmînd calea indicată în „Anexă" aceste două ecuații sînt date de :

$$L - \frac{(1 - kq)^2(1-\varepsilon)^2 \cdot Q_c^2}{2p} = \left(\frac{q}{p} + \frac{(1-\varepsilon)(1-q^2)Q_e}{2p\,q\cdot\mathrm{tg}\,\gamma}\right)^2 = \cos^2\varphi, \qquad (29$$

unde :

$$k = \frac{1+\varepsilon}{1-\varepsilon},\ \varepsilon = \frac{L_m}{L_M},\ Q_e = \frac{L_M\,\omega}{R}. \qquad (29\ \mathrm{b})$$

În rezolvarea ecuației (29) în raport cu φ și q vom proceda grafic.

Metodă grafică de stabilire a „condițiilor de funcționare" în funcție de parametrii primari electrici și mecanici ai unui electromagnet dat

Trasînd curbele :

$$y\ (q) = \sqrt{1 - K^2\ (1 - kq)^2}, \qquad (30)$$

$$z\ (q) = \frac{q}{p} + \frac{K}{\mathrm{tg}\gamma}\cdot\frac{1-q^2}{q}, \qquad (30\ \mathrm{b})$$

unde :

$$K = \frac{(1-\varepsilon)Q_e}{2p}, \qquad (31)$$

observăm imediat că punctul de intersecție al acestor două curbe ne va da soluția în $(q, \cos\varphi)$ a ecuației (29). Într-adevăr „intersecția" este dată de valorile q pentru care :

$$y\ (q) = z\ (q),$$

în care caz avem de asemenea :

$$y\ (q) = z\ (q) = \cos\ \varphi$$

și deci punctul de intersecție are coordonatele $(q, \cos\varphi)$ care satisfac ecuația (29).

Aceste puncte se găsesc cuprinse în careul unitar din figura 6.

În figura 6, am trasat curba (30) pentru $K = 10$, $k = 1{,}25$ $(\Sigma = 1/9)$, $p = 10$ și curba

(30 b) pentru valori diferite ale lui tg γ luat ca parametru, ceea ce ne dă pentru (30 b) o familie de curbe.

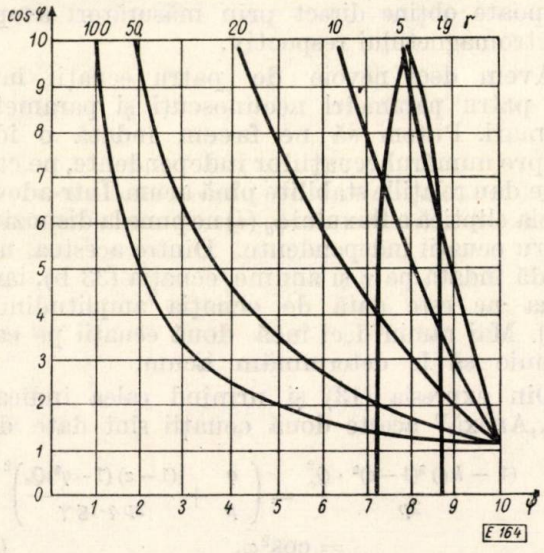


Fig. 6. Cele două curbe : $y\,(q)$, $z\,(q)$ a căror intersecție ne dă punctele de funcționare a motorului. Diferitele curbe $z\,(q)$ au ca parametri : $\mathrm{tg}\,\gamma = \dfrac{m\,\omega}{2r}$.

Observații generale privind curbele y (q) și Z (q)

Se poate vedea că toate curbele $Z\,(q)$ trec printr-un punct comun de coordonate $(1,\ q/p)$ și că au fiecare cîte un minimum, dacă $\mathrm{tg}\gamma > pK$. Spre deosebire de aceasta, fiecare curbă $y\,(q)$ pentru diferiți K, parametrul are cîte un maximum de coordonate $\left(\dfrac{1}{k},\ 1\right)$, deci același pentru un electromagnet dat, deoarece $\dfrac{1}{k} = \dfrac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}$, iar $\varepsilon = \dfrac{L_m}{L_M}$, este un parametru primar al electromagnetului.

Observăm, de asemenea, pe aceeași figură că punctul comun al curbei $Z\,(q)$ căzînd în interiorul curbei $y\,(q)$ avem un singur punct de intersecție al celor două curbe, dacă din contră acest punct comun cade în afara c. $y(q)$ avem cîte două puncte de intersecție a c. $y(q)$ și $Z\,(q)$. Vom vedea mai departe semnificația fizică a fiecăruia din cele două puncte de intersecție.

Discuție privind „condițiile de funcționare" interpretate grafic

Din examinarea curbelor $y\,(q)$ și $Z\,(q)$ (fig. 6), putem obține următoarele informații și putem trage următoarele concluzii :

a) În cazul a două puncte de intersecție a ecuației $y\,(q)$ și $Z\,(q)$, fiecare se găsește de o parte și de alta a perpendicularei coborîtă din punctul de coordonate $\left(\dfrac{1}{k},\ 1\right)$, (adică din punctul de maxim al c. $y\,(q)$, pe axul lui q. Deci aceste puncte se găsesc la dreapta și la stînga acestei perpendiculare, după cum :

$$q \lesseqgtr 1/k. \qquad (32)$$

Prima inegalitate (32) corespunde unui defazaj negativ $(-\varphi)$, adică curentul este defazat înaintea f.e.m. ; reactanța X este negativă fiind de natura unei capacități. A doua inegalitate (32), corespunde unui defazaj pozitiv $(+\varphi)$ și corespunde unei reactanțe $X > 0$, deci „inductivă". Pentru $q = 1/k$, cînd punctul de intersecție este chiar punctul de maxim al c . $y\,(q)$, avem $\varphi = 0$ și deci factorul de putere este egal cu unitatea.

Legătura dintre sensul inegalității (32) și semnul reactanței X (deci al lui φ) este analizată în „Anexă".

Care din cele două alternative de mai sus, se realizează, în practică, într-un caz dat, aceasta depinde de valoarea lui E_0, astfel după cum vom vedea mai departe.

b) Influența sarcinii r și a pulsației ω asupra trecerii de la un regim la celălalt (capacitiv sau inductiv).

c) Valoarea sarcinii nominale (sarcina $p\,.\,\varphi = 0$).

d) Valoarea sarcinii maxime pentru care motorul iese din sincronism și se oprește.

e) Condiția pentru oscilații cu amplitudine constantă, față de variațiile sarcinii. Aceasta rezultă, dacă avem în vedere și ecuația (2). Într-adevăr, eliminînd pe φ între (22) și (10) obținem :

$$x_m = \frac{2\,I_0}{\omega}\sqrt{\frac{(1-q^2)(1-\varepsilon)\,L_M}{2\,m}}, \qquad (32)$$

expresie în care x_m depinde de singura variabilă q ceilalți parametri fiind constanți. Dacă q variază numai puțin cu sarcina, deci cu tgγ ceea ce este cazul cînd $y\,(q)$ este o c. ascuțită $(k > 1)$, atunci x_m va rămîne aproximativ constant cu variația sarcinii, va varia însă cos φ între 0 și 1, cînd r variază de la 0 la sarcina nominală.

f) Dacă, din contră $y\,(q)$ e o curbă turtită $(K < 1)$ vedem din figura 6 că pentru diferite sarcini, q variază între O și 1 și deci și x_m, (ecuația 32), în schimb însă cos φ rămîne aproximativ constant, în vecinătatea valorii 1.

Calculul componentelor E_0 și E_ω ale f.e.m. aplicată

Ultimul dintre parametrii, necunoscuți, va fi dat de ecuația (32) și anume :

$$I_0 = \frac{x_m\,\omega}{2}\sqrt{\frac{2\,m}{(1-q^2)(1-\varepsilon)\,L_M}}. \qquad (33)$$

În această relație x_m pentru un electromagnet dat, este egal cu deplasarea armăturii din centru (cînd $L = L_m$) pînă în poziția în care $L = L_m$. Cum pe de altă parte q este dat, pentru un anumit electromagnet, din intersecția curbelor din figura 6 rezultă că ecuația (33) ne va permite calculul lui I_0, toate valorile mărimilor din această expresie fiind cunoscute.

Observăm de asemenea că, deoarece din figura 6 va rezulta în general două valori pentru q (corespunzătoare, respectiv, efectului „capacitiv" sau „inductiv") vom obține din (33) două valori pentru I_0, cea mai mică va asigura funcționarea în regim „capacitiv" cea mai mare, funcționarea în regim „inductiv".

Vom obține totodată:

$$E_0 = R \cdot I_0; \quad E_\omega = p \cdot E_0.$$

Astfel, fiecărui punct de funcționare, dedus din figura 6 îi corespunde o anumită valoare pentru E_0, necesară pentru ca electromagnetul să funcționeze în condițiile analizate aici.

Randamentul μ și valoarea lui p

Am văzut că (ecuația 28):

$$\mu = \frac{p \cos \varphi - q}{p \cos \varphi + \frac{2}{q}},$$

eliminînd $p \cdot \cos \varphi$ între (28) și (29) obținem:

$$\mu = \frac{1}{1 + \frac{2(2+q^2)}{(1-\varepsilon)(1-q^2)} \frac{\operatorname{tg}\gamma}{Q_e}}, \tag{34}$$

împreună cu:

$$p \cdot \cos \varphi = q + \frac{(1-\varepsilon)(1-q^2)}{2q} \cdot \frac{Q_e}{\operatorname{tg}\gamma}. \tag{35}$$

Din relația (34) se vede că, pentru același $\frac{\operatorname{tg}\gamma}{Q}$ și același ε, μ este mai mare pentru valori mai mici ale lui q deci pentru regimul „capacitiv".

Pentru $\varphi = 0$ avem:

$$\mu = \frac{1}{1 + \frac{3 + 2\varepsilon + 3\varepsilon^2}{2\varepsilon(1-\varepsilon)} \cdot \frac{\operatorname{tg}\gamma}{Q_e}}, \tag{34a}$$

și

$$p = q + \frac{2\varepsilon^2}{1+\varepsilon} \cdot \frac{Q_e}{\operatorname{tg}\gamma}, \tag{35b}$$

unde:

$$Q_e = \frac{L_M \omega}{R}.$$

Din relația (34 b), vedem că μ are un maxim în raport cu ε, cînd $\varepsilon = 0{,}4$.

Vom avea în acest caz:

$$\mu = \frac{1}{1 + q \cdot \frac{\operatorname{tg}\gamma}{Q_e}}, \tag{36}$$

și

$$p = q + 0{,}23 \frac{Q_e}{\operatorname{tg}\gamma}. \tag{36b}$$

Dacă deci μ este dat, ecuația (36) ne dă valoarea lui $\frac{\operatorname{tg}\gamma}{Q_e}$; iar din (36b) deducem valoarea lui p.

Rezultate experimentale

Măsurări efectuate asupra unor electromagneți experimentali au dat pentru E_0/E_ω I_ω și φ valori apropiate de valorile deduse teoretic după ce curbele din figura 6 pentru electromagnetul respectiv au fost trasate. Sarcina mecanică a fost numai aceea corespunzătoare frecărilor armăturii de pereții ghidajului cursei. Experiențe sînt în curs pentru încărcarea cu diferite sarcini

Concluzii

Alimentînd un electromagnet cu un curent continuu suprapus unui curent alternativ, pentru anumite valori ale celor două componente ale f.e.m. corespunzătoare și în cazul cînd legea statică de variație a inductanței cu deplasarea armăturii, corespunde unei anumite forme teoretice, apare o stare deosebită a electromagnetului, în care armătura intră în oscilații sinusoidale sincrone, pe o frecvență egală cu jumătate din frecvența curentului alternativ, stare „dinamică" în care avem posibilitatea unei transformări a energiei electrice în lucru mecanic, cu factor de putere unitar și randament ridicat. Componenta alternativă a curentului fiind sinusoidală și în fază cu componenta sinusoidală a f.e.m. aplicată.

Acest proces apare ca o consecință a faptului că legea de variație „dinamică" $L_d(x)$ a inductanței în funcție de poziția x în fiecare moment a armăturii este, spre deosebire de $L_s(x)$ o curbă neunivocă dat fiind că inductanța depinde nu numai de x dar și de v. Această neunivocitate se traduce în planul (φ, i) printr-o buclă în formă de elipsă a cărei arie, descrisă în sensul acelor ceasornicului este egală cu lucrul efectuat într-o perioadă — și prezintă analogie cu histereza electromagnetică — de unde și denumirea de h.e.m. dată acestui proces. Rezultă de asemenea pentru $L(\alpha)$ o curbă asimetrică.

Printr-o ajustare potrivită a valorilor parametrilor mecanici și electrici, faza φ dintre e_ω și i_ω poate deveni negativă astfel încît sistemul să funcționeze capacitiv.

Totodată a fost stabilită o metodă grafică care să permită predeterminarea condițiilor de funcționare în cazul unui electromagnet dat. În cazul cînd curba reală $L_{st}(x)$ diferă de curba teoretică, vor apare armonici de curent care pot altera condițiile de funcționare stabilite.

Ca o consecință a factorului de putere unitar și a randamentului unitar ce se pot obține, în condiții optime, noul tip de motor electric, descris aici, va avea un gabarit comparabil cu acela al motoarelor electrice rotative, de aceeași putere, de înaltă calitate.

Grație simplicității constructive și a performanțelor ridicate, noul motor prezintă un interes practic deosebit, în aplicații în care se cere dezvoltarea unei puteri mecanice sub forma unei mișcări alternative, liniare.

ANEXA

Deducția ecuațiilor (29) și a legăturii dintre inegalitățile (32) și semnul defazajului φ

Din ecuațiile (12) și (13) obținem prin „scădere" și „împărțire" și ținînd cont de (23):

$$\omega L_M = \frac{2\rho q^2 \operatorname{tg}\gamma}{(1-\varepsilon)(1-g^2)} = -\frac{2gX}{(1-\varepsilon)-(1+\varepsilon)q}, \tag{1}$$

de unde se vede îndată că, după cum:

$$kq \gtrless 1; \tag{2}$$

unde:

$$k = \frac{1+\varepsilon}{1-\varepsilon},$$

trebuie să avem:

$$X = R\frac{p}{q}\sin\varphi \gtrless 0 \tag{3}$$

și deci regimul oscilator care se va stabili va fi cu efect „capacitiv" ($\varphi < 0$) sau „inductiv" ($\varphi > 0$).

Iar dacă:

$$kq = 1, \tag{4}$$

vom avea $X = 0$, deoarece L_M are o valoare finită și regimul va fi cu defazaj nul.

Eliminînd pe ρ și X între (1), (10a) și (10b) obținem relațiile:

$$\frac{p\sin\varphi}{p\cos\varphi - q} = -\frac{q(1-kq)}{1-q^2}\operatorname{tg}\gamma, \tag{5}$$

unde:

$$Q_e = \frac{\omega L_M}{R}. \tag{6}$$

Făcînd raportul dintre (5) și (6), obținem:

$$p\sin\varphi = \frac{1}{2}(1-kq)(1-\varepsilon)Q_e, \tag{7}$$

sau:

$$\cos^2\varphi = 1 - \frac{(1-kq)^2(1-\varepsilon)^2\cdot Q_e^2}{(2p)^2}, \tag{7'}$$

eliminînd sin φ între (7) și (5) obținem:

$$\cos\varphi = \frac{q}{p} + \frac{(1-\varepsilon)(1-q^2)Q_e}{2pq\operatorname{tg}\gamma}. \tag{8}$$

Din relațiile (7) și (8), obținem relațiile finale:

$$1 - \frac{(1-kq)^2(1-\varepsilon)^2\cdot Q_e^2}{(2p)^2} = \left(\frac{q}{p} + \frac{(1-\varepsilon)(1-q^2)Q_e}{2pg\operatorname{tg}\gamma)^2}\right)^2 = \cos^2\varphi \tag{9}$$

deci tocmai relațiile (29) și (29 bis).

Deducția ecuației (32)

Eliminînd pe cos φ între (10a) și (22) obținem:

$$V_m = I_0\sqrt{\frac{(1-q^2)(1-\varepsilon)L_M}{2m}},$$

sau:

$$x_m = \frac{2V_m}{\omega} = \frac{2I_0}{\omega}\sqrt{\frac{(1-q^2)(1-\varepsilon)L_M}{2m}},$$

deci tocmai ecuația (32).

Bibliografie

[1] *Marinescu M.*: Electromecanical system with variable inductance. Electricestvo, 6, 1960, p. 50—57.

[2] *Minorsky M.*: Stationary solutions of certains nonlinear diferential equations. Franklin Institute, July, 1952 p. 21—42.

[3] *Marinescu M., Popov M.*: Asupra formei optime a variației inductanței și a factorului de putere maxim, la mașinile cu inductanță variabilă. Comunicările Academiei R.P.R. T. V, 3, 1955, 545.

[4] *Marinescu M.*: Asupra reglajului de fază dintre tensiune și curent în circuit, cu inductanță periodic variabilă. Comunicările Academiei R. P. R. T. X 8 1960, 671—680.

Intrat în redacție la 13 februarie 1961

Mașini electrice cu înfășurările realizate pe baza circuitelor imprimate

Felician Lăzăroiu* – București

II

Schemele imprimate care au revoluționat tehnologia de fabricație în masă a aparatelor de radiorecepție se pot lua în considerare și la construcția înfășurărilor mașinilor mici. Articolul prezintă ultimele realizări și o metodă de proiectare stabilind condițiile pentru asamblare în industria noastră electrotehnică. Prima parte a lucrării a fost publicată în nr.2/1961 al revistei Electrotehnica.

CZ 621.313.045.13 : 621.312.002.2

1. Considerații generale

În prima mașină electrică (dinamul Gramme), indusul nu avea crestături, iar conductoarele erau așezate peste acest indus ca în figura 1, formînd cunoscutul bobinaj în inel. Așezarea conductoarelor peste miezul indusului obliga ca mașina electrică respectivă să aibă un întrefier mare, motiv pentru care s-a trecut la așezarea conductoarelor în crestături ca în figura 2, ceea ce a dus la micșorarea considerabilă a întrefierului. În același timp s-a folosit și se folosește bobinajul în tobă. Acest sistem s-a folosit aproape cu exclusivitate în mașinile electrice heteropolare timp de mai multe decenii.

Deși mașina electrică a apărut cu mult timp înaintea lămpii electronice, circuitele imprimate s-au folosit mai întîi în domeniul radiotehnicii, lucru perfect explicabil dacă ne referim la faptul că circuitele imprimate se pretează prin excelență la curenți slabi. Cu toate acestea se pot folosi cu succes circuitele imprimate dacă revenim la sistemul inițial folosit la înfășurarea mașinilor electrice și se așază din nou conductoarele în întrefier. La micromașini, grosimea foliei de cupru este de cele mai multe ori de 5/100 – 20/100 mm. Astfel, în figura 3 este indicat sistemul așezării conductoarelor plate chiar pe circuitul magnetic de fier, de care sînt separate doar printr-o placă izolată foarte subțire, iar în figura 4 se arată așezarea conductoarelor pe cele două fețe ale unei plăci izolante, separate complet de fier și care se găsește în întrefierul dintre cele două armături care formează circuitul magnetic. Este evident că, din punctul de vedere al forțelor electromagnetice ce iau naștere, este indiferent dacă întrefierul este o coroană cilindrică, obținut între două armături concentrice ca la mașinile electrice clasice (fig. 5, *a*), sau

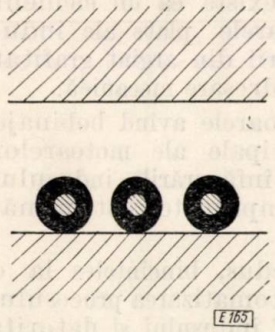


Fig. 1. Așezarea conductoarelor la periferia armăturii.

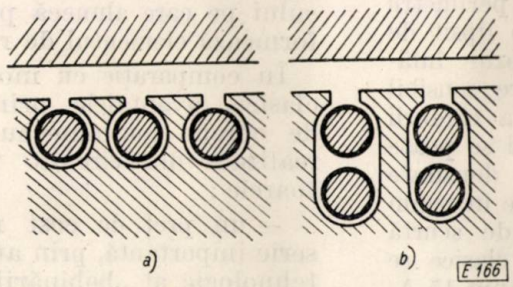


Fig. 2. Așezarea conductoarelor în crestături într-un strat (*a*) și în două straturi (*b*).

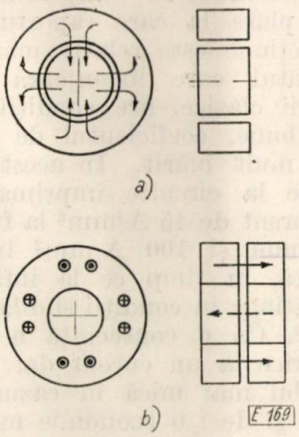


Fig. 5. Mașini electrice cu întrefier cilindric (*a*) și cu întrefier plat (*b*).

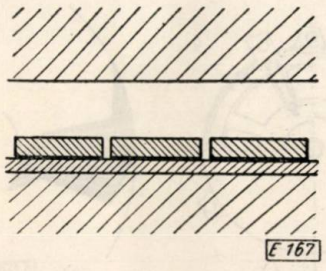


Fig. 3. Circuitul imprimat fixat direct pe circuitul magnetic printr-o placă izolantă.

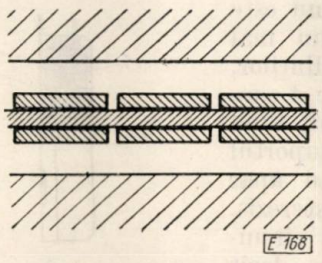


Fig. 4. Circuit imprimat fixat pe ambele fețe ale unei plăci electroizolante.

* Ing. *F. Lăzăroiu*, conferențiar la Institutul politehnic București, este directorul uzinelor „Electronica" din București.

este plat, obținut între fețele frontale a doi cilindri, ca în mașinile cu circuite imprimate (fig. 5, *b*).

În cazul mașinilor electrice cu circuite imprimate, inducția în întrefier atinge 4 000—6 000 Gauss cu magneți ticonal și 2 000—3 000 Gauss cu ferite. În cazul demontării, pentru a evita remagnetizarea magneților, fluxul principal se șuntează cu un inel compus din două piese. Același sistem este utilizat pentru reglarea fluxului util, în scopul variației vitezei și cuplului mașinii (atît șuntare mecanică, cît și electromagnetică cu bobinaj special).

Din punct de vedere tehnologic, ținînd seama de specificul mașinilor electrice, dintre metodele de obținere a circuitelor imprimate [1], se recomandă următoarele:

— metoda matrițării, în care pe suprafața plăcii izolate se produc, prin matrițare (imprimare), locașuri pentru conductoare;

— metoda corodării, în care pe suprafața izolantului se lipește o foaie de cupru, din care ulterior, se obține configurația înfășurării.

Comparînd între ele bobinajele clasice cu cele cu circuite imprimate, se pot trage următoarele concluzii [2]:

— Conductorul imprimat, datorită formei sale plate la care raportul dintre perimetru și secțiune este relativ mare și este lipsit de izolantul care înconjoară conductorul înfășurării clasice, are condiții de răcire sensibil mai bune, coeficientul de disipare a căldurii este mult mărit. În aceste condiții se poate merge la circuite imprimate cu o densitate de curent de 45 A/mm² la funcționare în regim continuu și 100 A/mm² în regim de scurtă durată, în timp ce la înfășurările clasice se pot atinge în condiții similare maximum 15 A/mm². Ca o consecință a creșterii încărcării electrice la un curent dat, rezultă o secțiune sensibil mai mică în cazul circuitelor imprimate și deci o economie mare de cupru.

— Faptul că înfășurarea imprimată nu este introdusă în crestături, face ca să nu mai existe o pulsație a fluxului din cauza dinților, și deci să nu mai apară în înfășurare f.e.m. armonice și nici pierderi în fier, rotorul fiind un disc izolant. De asemenea, în suportul nemagnetic al circuitului imprimat nu apar pierderi prin curenți turbionari și histerezis.

— În cazul fabricației în serie mare, circuitele imprimate au un cost mai redus decît înfășurările clasice, ca urmare a reducerii manoperei, a simplificării izolației, a simplicității legăturilor și a creșterii încărcării electrice.

— Circuitele imprimate fiind limitate din punct de vedere tehnologic în ceea ce privește numărul de spire, în comparație cu înfășurările clasice, tensiunile de alimentare trebuie să fie și ele mai reduse.

— Faptul că circuitul imprimat se găsește în întrefier, grosimea acestuia este mai mare ca la înfășurările clasice, care se găsesc în crestături, ceea ce atrage după sine creșterea curentului inductor.

— Circuitele imprimate se pot folosi la toate genurile de mașini electrice, atît la cele de curent continuu, cît și la cele de curent alternativ. În cele ce urmează se va analiza specificul diverselor tipuri de mașini construite cu circuite imprimate.

2. Mașinile de curent continuu

Dintre toate mașinile de curent continuu, cele care se pretează cel mai bine la utilizarea circuitelor imprimate este motorul de curent continuu, avînd ca sistem inductor magneți permanenți.

În principiu, un astfel de motor electric (fig. 6) are o construcție extrem de simplă. În cîmpul magnetic al unui inductor, format din magneți permanenți așezați într-un plan, se rotește un disc construit dintr-un material izolant pe fețele căruia sînt aplicate circuitele imprimate, formînd o înfășurare ondulată de curent continuu, într-un singur strat, ca în figura 7. Colectorul nu există ca un element separat; înseși conductoarele plate ale indusului pe care alunecă perii din argint grafitat formează elementul de redresare mecanică.

În comparație cu motoarele avînd bobinaje clasice, avantajele principale ale motoarelor de curent continuu cu înfășurările indusului realizate din circuite imprimate sînt următoarele:

— un preț de cost redus, bineînțeles la o serie importantă, prin automatizarea procesului tehnologic al „bobinării" indusului și datorită lipsei totale a oțelului indusului, a izolației crestăturilor, a lucrărilor de matrițare și de izolare la execuția rotorului etc.;

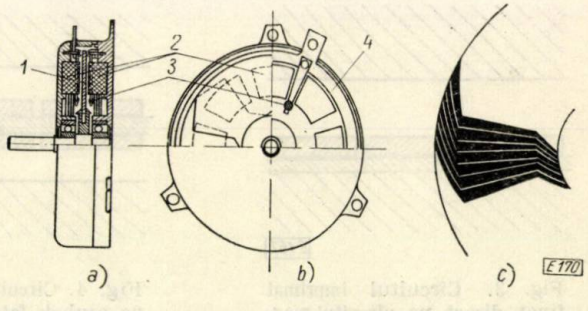


Fig. 6. Vedere de ansamblu a motorului de c.c. cu bobinaj imprimat și cu poli din magneți sinterizați:
1 — discul rotor cu bobinaj imprimat; *2* — polii din magneți sinterizați; *3* — periile de grafit; *4* — inel de legătură între portperii; *a* și *b* — secțiuni prin mașină; *c* — bobinaj imprimat pe discul rotor.

— eliminarea colectorului de construcție normală, care la mașinile electrice obișnuite este un subansamblu cu un proces tehnologic complicat și scump și cu o exploatare complicată;

— posibilitatea de a merge cu densități de curent extrem de mari în indus așa cum s-a arătat, datorită, pe de o parte, condițiilor optime de răcire și pe de altă parte, faptului că discurile suport ale circuitelor imprimate sînt construite din materiale rezistente la căldură (pe bază de fire de sticlă sau compoziții silicoorganice), care admit temperaturi ridicate de circa 150—200°C;

— mașinile prezintă o constantă de timp electromagnetică extrem de mică, din cauza inductanței foarte reduse a indusului lipsit de fier; de asemenea, din același motiv și ținînd seama că rotorul este ușurat în plus și prin dispariția izolației crestăturilor, precum și a colectorului, constanta de timp electromecanică este sensibil redusă (pînă la circa 3 milisecunde);

— comutația, care la mașinile clasice de curent continuu reprezintă o problemă complicată, atît pentru proiectant cît și pentru cel care exploatează mașina, este sensibil ușurată atît din cauza inductanței extrem de mici a indusului, cît și a numărului mare de „lamele" de colector, care în cazul circuitelor imprimate coincide cu numărul de spire; numărul lamelelor este foarte mare și nu are divizor comun cu numărul periilor, neexistînd astfel posibilitatea simultaneității comutației, care generează modulația cuplului motor, periculoasă îndeosebi la vitezele mici;

— construcția cu întrefier plat a mașinilor cu circuite imprimate asigură o răcire mai eficientă decît construcția clasică cu întrefier cilindric; din această cauză dispare necesitatea unei ventilații forțate și deci a unui ventilator montat special în acest scop ca în cazul mașinilor clasice;

— greutatea mașinii în ansamblul ei este mult redusă din cauza dispariției elementelor descrise la punctele anterioare; astfel, la o putere egală a motoarelor, greutatea rotorului cu înfășurare imprimată este de circa 8 ori mai mică decît a rotorului de construcție normală; diferența esențială dintre indusul cu circuit imprimat și indusul clasic al unei mașini de curent continuu rezultă clar din figura 8;

— folosirea de materiale izolante pe bază de sticlă-epoxi sau ceramică, face motoarele cu circuite imprimate insensibile la temperatură, la agenți chimici, climatici, radiații atomice etc.;

— prin însuși principiul de funcționare și modul de construcție, la motorul cu circuite imprimate se poate realiza un cuplu util important la turații mici; prin aceasta se poate reduce lanțul cinematic în servomecanisme cu turație mică;

— variația turației se poate obține prin cuplarea în serie și paralel a mai multor motoare (discuri) montate pe același ax.

Pe lîngă aceste avantaje importante, motoarele cu înfășurări din circuite imprimate prezintă și unele inconveniente importante ca:

— tensiunea de alimentare este redusă la circa maximum 30 V, ceea ce se explică imediat dacă se ține seamă că tensiunea variază proporțional cu produsul dintre inducția magnetică și numărul de spire, care la mașinile cu înfășurări imprimate au valori mai mici decît mașinile clasice;

— întrefierul este relativ mare din cauză că în acesta se rotește discul cu circuitul imprimat, ceea ce duce la o creștere a dimensiunilor conductoarelor și a puterii de excitație în cazul inductorului cu electromagneți sau la creșterea lungimii magnetului în cazul inductorului cu magneți permanenți;

— în cazul folosirii magneților permanenți, cum este cazul obișnuit la motoarele de curent continuu cu circuite imprimate, dispare posibilitatea comodă a reglării în limite largi a turației prin variația curentului inductor, rămînînd doar posibilitățile mai puțin favorabile ale reglării turației prin introducerea de șunturi magnetice reglabile și variația tensiunii de alimentare.

Din literatura de specialitate rezultă că o parte dintre aceste dezavantaje sînt parțial sau total înlăturate, iar altele sînt pe cale de a fi înlăturate.

Vom descrie două tipuri de motoare de curent continuu care se deosebesc între ele prin sistemul inductor.

Motorul de curent continuu cu magneți permanenți, cunoscut în literatura de specialitate sub denumirea de motor „Servalco" (fabricație franceză) [3], [4], [5] și [6], are un indus compus dintr-un disc izolant din sticlă-epoxi pe fețele căruia se găsesc circuitele imprimate ca în figura 9; cele două circuite sînt legate prin conexiuni interioare, realizînd un bobinaj închis multipolar. Este preferabil a se realiza circuitul imprimat ca o înfășurare multipolară, cu opt sau cu șase poli, mai rar cu patru. Numărul mai mare de poli are drept consecință că conexiunile între conductoarele active sînt mai scurte. De asemenea, creșterea numărului de poli scade greutatea fierului necesar jugului magnetic. La motoarele cu diametrul 200—300 mm numărul polilor crește la 14—16. Ca magnet permanent se folosește ticonalul. Din acest punct de vedere trebuie luată în considerare folosirea magneților permanenți pe bază de ferită de bariu anizotropi, care se caracterizează printr-o remanență foarte pronunțată. Pentru a nu fi necesară remagnetizarea magneților, la demontarea motorului se prevăd șunturi magnetice care închid circuitul magnetic în caz de demontare. Motorul nu are colector special și periile calcă direct pe conductoare, asemănător ca la dinamul Gramme. Tensiunile de alimentare ale motorului sînt

Tabela 1 a

Caracteristicile cîtorva motoare tip Servalco

Parametri	TM 30 h		TM 40 h		TM 50 0		TM 90 0			TM 120 0		
	—	A	—	A	—	A	—	A	G	—	A	G
Diametrul discului D [mm]	51		76		92		168			216		
Conductoare pe o față a discului	49		76		97		141	141	97	181	181	141
Grosime $\left[\frac{1}{100}\text{ mm}\right]$	10	10	10	10	10	10	20	20	100	25	25	120
Modulul conductorului	1,04		1		0,95		1,19	1,19	1,74	1,19	1,19	1,53
Cuplu specific [gf. cm/A]	21,5		80		140		680	680	470	1 460	1 460	1 140
Cuplu permanent	135	—	470	—	840	—	7 200	—	16 300	17 500	—	38 300
Cuplu maxim [gf. cm]	670		2 380		4 200		48 500		—	134 000		—
F.e.m/rad/s	0,0021		0,0078		0,014		0,067	0,046		0,143		0,112
la 3 000 rot/min	0,66		2,45		4,4		21	14,5		45		35
Putere la 3 000 rot/min												
normală [W]	4	—	14	—	25	—	215	—	490	525	—	1 150
Putere maximă	20	—	70	—	125	—	1 460	—	—	4 000	—	
Moment de inerție [g.cm²]	10	11,7	79	101	140	180	3 100	3 600	34 300	11 200	13 000	123 200
Intensitate normală [A]	6,25		5,9		6		10,6	34,6		12		33,5
Curent maxim	31		29,8		30		72	—		91,5		—
Accelerație $\frac{d\omega}{dt}\frac{M_{max}}{J}$ [rad/s²]	65 000	56 000	29 600	23 000	29 500	22 800	15 300	13 200	—	11 650	10 150	—
Rezistența indusului [Ω]	0,14		0,35		0,50		0,53	0,05		0,7		0,088

Legenda

h — hexapolar;
o — octopolar;
50 — raza mijlocie a conductorului activ (ex. TM 50 0);
A — cu amortizare internă maximă;
G — pentru folosire generală, cu rezistența indusului redusă.

Tabela 1 b

Caracteristicile seriei noi ameliorate de motoare tip Servalco

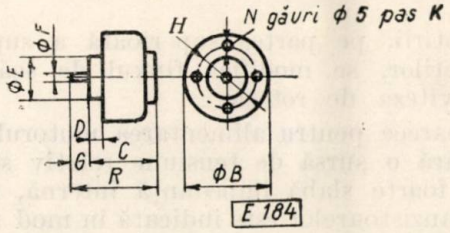
Tipul	TM 30 h	TM 50 0	TM 60 0	TM 90 0	TM 140 0
Diametrul discului [mm]	52	92	122	168	265
Număr de poli	6	8	8	8	8
Rezistența indus [Ω]	0,25	0,37	0,57	0,90	0,25
Număr de conductoare	2 × 49	2 × 97	2 × 121	2 × 97	2 × 161
Cuplu specific [N. m/A] = f.e.m./ /rad/s [V]	0,003	0,021	0,054	0,128	0,400
Curent normal [A]	6	6,5	7,5	7	21
Curent maxim [A]	30	32	37	35	100
Accelerație maximă [rad/s²]	63 000	37 000	31 000	5 900	6 600
Putere nominală la 3 000 rot/min [W]	4	30	90	250	2 200
Moment de inerție [g . cm²]	14	180	650	7 500	59 000
Greutate [g]	300	1 100	2 800	6 500	25 000

O parte din cifrele acestei tabele nu corespund legilor de similitudine indicate în fig. 18. Explicația constă în aceea, că pentru unele motoare grosimea de cupru și numărul de conductoare, se depărtează de cifrele de bază date pentru TM 50 0.

Tabela 1 c

Cote de gabarit

Tip	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	N
TM 30_0	52,5	62	42,5	2,5	36	3	10	48	3	60	3
TM 50_0	80	108	60,5	7	84	6	19,5	100	4	75	4
TM 90_0	120	190	90	10	65	14	30	100	8	125	4



cuprinse între cîțiva volți și cîțiva zeci de volți. Motorul se pretează să fie folosit la turații variabile, se comportă bine în regim tranzitoriu de turații și poate fi ușor accelerat. Pentru a permite o decelerare rapidă, în locul discului izolant se poate folosi un disc de aluminiu, în care, prin inducerea de curenți turbionari apare un cîmp rezistent care frînează sistemul. Motorul, astfel construit, se

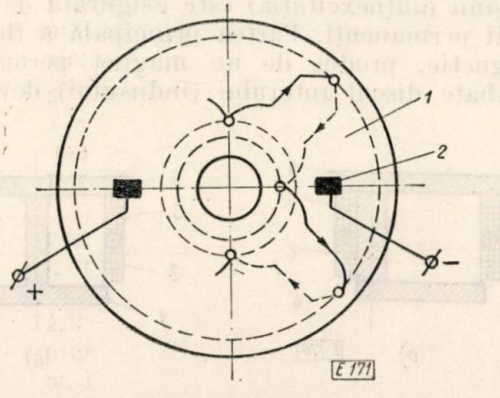


Fig. 7. Secții ondulate ale unui indus imprimat la o mașină de curent continuu :
1 — placa izolantă ; *2* — perii.

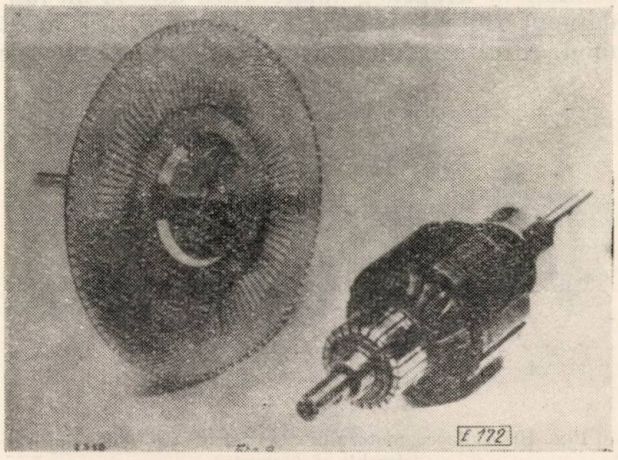


Fig. 8. Indus cu circuit imprimat comparat cu indusul unui motor clasic.

pretează să fie folosit la turații foarte joase, evitînd astfel sistemul de demultiplicare folosit în mașinile clasice. Există și alte construcții cu șunt magnetic, prin a cărui deplasare în sen-

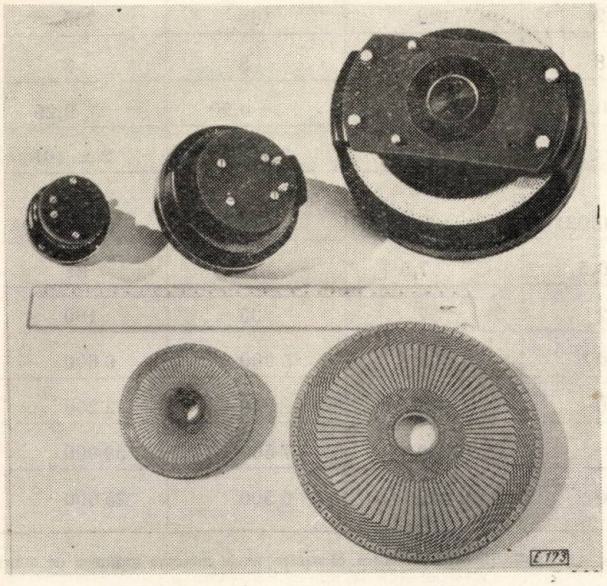


Fig. 9. Motoare „Servalco" TM 30 h, TM 50 o, TM 90 o — circuitele imprimate ale indusului.

sul rotirii, pe partea superioară a suprafeței magneților, se modifică fluxul de scăpări și deci viteza de rotație.

Deoarece pentru alimentarea motorului este necesară o sursă de tensiune relativ scăzută, cu o foarte slabă impedanță internă, utilizarea tranzistoarelor este indicată în mod special.

În plus, autoinductanța și constantele de timp ale indusului fiind sensibil mai mici ca la motoarele clasice, motorul acceptă perfect semnalele dreptunghiulare care duc la un randament ridicat pentru tranzistoare. În acest mod, rezultă o importantă economie de energie

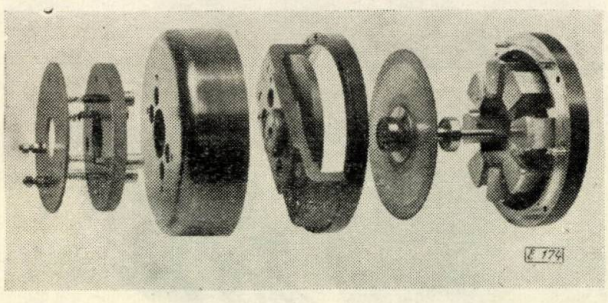


Fig. 10. Vederea motorului „Servalco" tip TM — 50 o deschis și demontat.

consumată, în comparație cu soluțiile clasice pentru servomecanisme, care folosesc amplificatoare magnetice și motoare asincrone bifazate. În tabela 1 sînt indicate [6] caracteristicile cîtorva motoare „Servalco". În figura 10 este dată vederea generală a unui motor de acest tip, deschis și demontat.

Un al doilea tip de motor de curent continuu descris (fig. 11) [2] se deosebește de primul

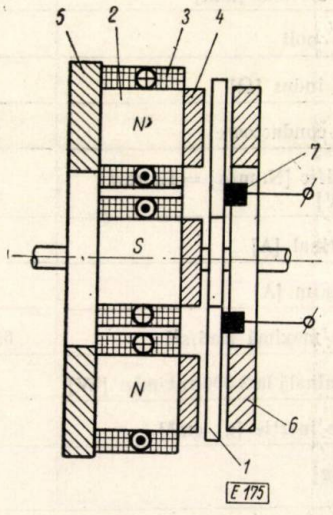


Fig. 11. Motor de curent continuu cu indus imprimat și excitație mixtă:

1 — indus cu înfășurare imprimată; *2* — magnet permanent; *3* — înfășurare de compensație; *4* — șunt magnetic; *5* — jug inductor; *6* — circuit magnetic; *7* — perii.

prin sistemul inductor, care are o excitație mixtă cu magnet permanent și cu electromagnet, așa cum se indică în figura 12, *a*, de unde rezultă că fiecare pol inductor de tip radial este compus din două bare de magnet permanent *2*, între care se află șuntul magnetic *4* din oțel moale.

La funcționarea în sarcină nominală, mașina este excitată prin acțiunea simultană a magneților permanenți și a înfășurării inductoare alimentată în curent continuu, denumită înfășurare de compensație. Evident că prinderea mașinii (autoexcitația) este asigurată de magneții permanenți. Partea principală a fluxului magnetic, produs de un magnet permanent, străbate discul rotorului (indusului) devenind

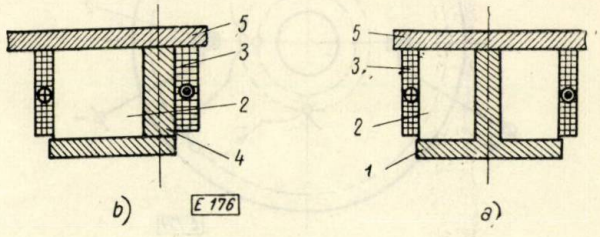


Fig. 12 Sisteme de poli inductori cu excitație mixtă.

astfel flux util, trece în circuitul magnetic *6* (fig. 11) și se închide din nou prin disc, prin magnetul de cealaltă polaritate și prin jugul inductor *5*. Restul fluxului se închide prin

șuntul magnetic, mărind fluxul de scăpări al magnetului permanent. Sensul curentului din înfășurarea de compensație este astfel ales încît să fie adițional față de fluxul de scăpare al magnetului permanent. În acest fel, fluxul produs de bobina de compensație în șunt, este de sens contrar fluxului de scăpări al magneților permanenți, care se închide prin același șunt. Pentru variația turației, deci pentru variația fluxului util în întrefier, reglarea curentului de excitație duce la o saturație mai mare sau mai mică a șuntului și deci, la o scădere sau o creștere în întrefier a fluxului magneților permanenți. În cazurile în care turația trebuie reglată în limite mai puțin largi se folosește forma inductorului arătată în figura 12, *b*. Evident că fluxul produs de electromagnet avînd un caracter compensator (acționînd numai asupra unei părți din fluxul principal, fluxul de scăpări din șunt) și nu unul principal, cum este cazul la mașinile electrice clasice, puterea de excitație a înfășurării de compensație este sensibil mai mică (de 1,5—2,7 ori, în funcție de numărul de poli).

În comparație cu un motor de curent continuu echivalent, folosind ca sistem inductor electromagneți, motorul descris (prevăzut cu magneți permanenți din aliaj magnico) prezintă următoarele avantaje :

— puterea de excitație micșorată ;

— reglajul economic și în limite largi al turației ;

— se asigură o bună autoexcitație ;

— constanta electromagnetică de timp a înfășurării de excitație de circa 1,5—2 ori mai mică ;

— calități bune la pornire.

În concluzie se pune problema ca în anumite utilizări să se înlocuiască motoarele de curent continuu cu excitație electromagnetică prin motoare reglabile cu magneți permanenți și bobine de excitație (compensație).

În ceea ce privește indusul, pentru a mări tensiunea și puterea acestor motoare la un diametru dat, se pot folosi în aceeași mașină

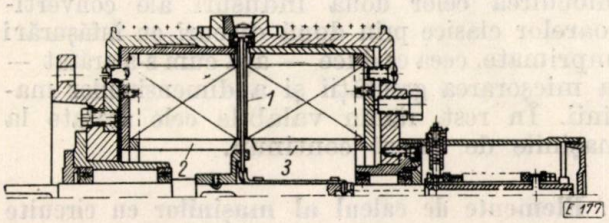


Fig. 13. Electromotor cu pas, cu rotor în formă de disc, cu bobinaj imprimat :
1 — rotorul ; *2-3* — statoarele.

două sau mai multe discuri cu circuite imprimate dispuse pe același arbore. Bineînțeles, aceasta implică complicații tehnologice legate de problema reglării mai multor întrefieruri axiale, de valoare redusă.

O utilizare nouă a acestui tip de mașină s-a impus în construcția motoarelor cu pas, numite și motoare de impuls, folosite la transformarea impulsurilor electrice în „pași" sub formă de unghiuri discrete sau deplasări liniare, ca

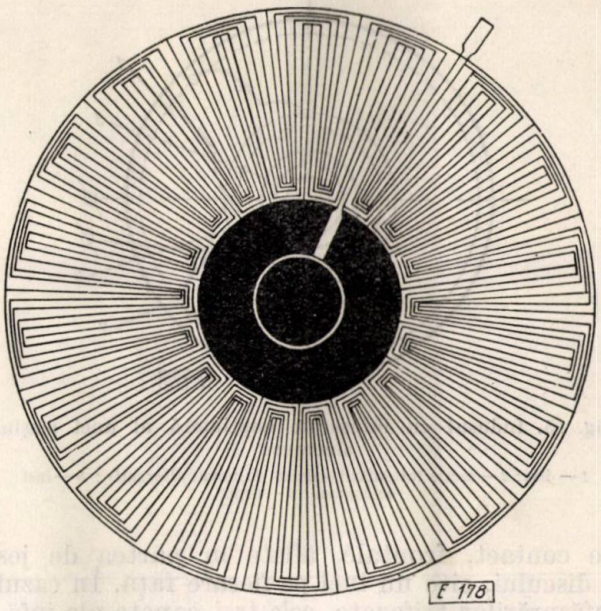


Fig. 14. Bobinajul imprimat de comandă al rotorului, ondulat, cu 36 poli.

de exemplu în sistemele de programare ale comenzii acționărilor electrice [7].

Astfel, în figura 13 este reprezentat un electromotor cu pas tip ШД, elaborat în U.R.S.S. de un colectiv condus de A. A. Sirotin. Statorul se realizează din două jumătăți simetrice, cu poli permanenți sau alimentați cu bobine de curent continuu. Discul rotorului construit dintr-un izolant sau din ferită este alcătuit dintr-un număr de straturi suprapuse, al căror număr este egal sau multiplu cu numărul bobinelor de comandă. Bobinajul cu 36 poli al acestei mașini este reprezentat în figura 14.

3. Mașinile de curent alternativ

3.1. *Mașinile sincrone.* Avantajele de bază descrise la mașinile de curent continuu, avînd ca înfășurări elemente imprimate, sînt valabile și în cazul mașinilor sincrone. Construcția este și ea asemănătoare, diferența existînd doar în schema înfășurării imprimate, care trebuie să redea acum o înfășurare de curent alternativ, de obicei de tip ondulat și amplasarea periilor și a inelelor de contact ale indusului imprimat [8]. În plus, trebuie semnalat faptul că datorită lipsei oțelului în indus, reactanța de scăpări a înfășurării imprimate, ca și reacția indusului este micșorată, ceea ce atrage după sine micșorarea căderii de tensiune la trecerea de la gol la sarcină și deci

reducerea greutăţii inductorului şi a puterii de excitaţie.

În figura 15 este reprezentat un indus cu o înfăşurare imprimată ondulată, monofazată. Tensiunea la borne este scoasă prin două inele

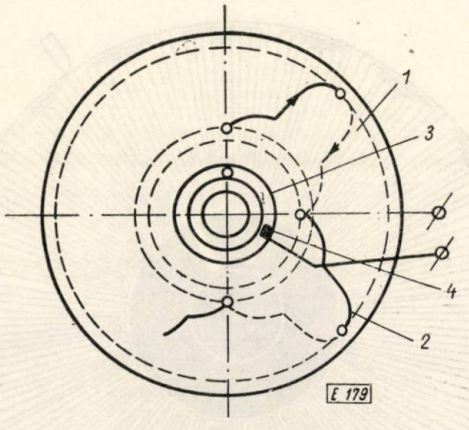


Fig. 15. Indusul cu înfăşurare imprimată al unei maşini sincrone:
1 — disc; *2* — secţia înfăşurării ondulate de curent alternativ; *3* — inel de contact; *4* — perie.

de contact, frontale, aflate în partea de jos a discului, cîte un inel pe fiecare faţă. În cazul înfăşurărilor trifazate, cele trei capete ale înfăşurării indusului se leagă la trei inele frontale de contact, dintre care două se dispun la fel ca la indusul monofazat, iar cel de al treilea se fixează în partea superioară a discului, pe una din feţele lui laterale. În scopul creşterii puterii utile şi a tensiunii se pot folosi şi aici două discuri montate pe acelaşi arbore, ale căror înfăşurări monofazate se leagă în serie, aşa cum s-a arătat la maşina de curent continuu. Pentru a limita puterea de excitaţie, întrefierul radial dintre inductor şi discurile indusurilor trebuie să fie pe cît posibil mai mic.

3.2. *Motoarele asincrone.* În comparaţie cu motorul de curent continuu, motorul asincron se poate realiza mai uşor, deoarece bobinajul imprimat se află pe stator în loc de rotor şi în plus pe aceste bobinaje nu vor trebui să

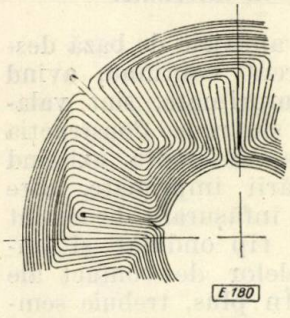


Fig. 16. Un sfert din bobinajul imprimat al unei faze a unui motor de inducţie. Cele două puncte indică intrarea şi ieşirea (sau legătura la discul înseriat) ($2p = 10$).

frece perii. Un astfel de bobinaj imprimat pentru un motor cu 10 poli este dat în figura 16. Deoarece la motoarele asincrone nu poate fi vorba să fie folosiţi magneţi permanenţi, circuitul feromagnetic devine indispensabil pentru limitarea curentului de magnetizare. În acest scop se pot folosi tole aşezate radial sau în spirală sau un material de tipul feritelor moi. De asemenea, necesitatea de a avea un întrefier

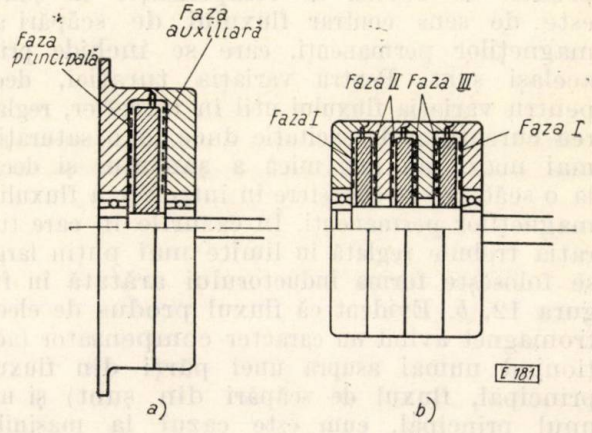


Fig. 17. Schema de principiu a motoarelor asincrone cu circuite imprimate, monofazate, cu fază auxiliară sau bifazate (*a*) şi trifazate (*b*).

cît mai mic posibil obligă aşezarea circuitului imprimat direct pe suprafaţa magnetică de care se izolează doar prin adezivul folosit. Şi în cazul motoarelor asincrone se pot folosi mai multe discuri fixate pe acelaşi arbore [9], aşa cum se arată în figura 17.

Înfăşurarea rotorică în scurtcircuit se poate executa fără legătură galvanică prin găurile a două bobine scurtcircuitate, dispuse pe feţele frontale ale discului. Rotorul cu înfăşurare trifazată se execută prin analogie cu înfăşurarea imprimată trifazată a maşinii sincrone.

Avantajele principale ale înfăşurărilor imprimate arătate la maşinile de curent continuu se păstrează şi la maşinile asincrone.

3.3. *Maşinile convertizoare.* Cu ajutorul schemelor imprimate este posibilă realizarea convertizoarelor de curent continuu în curent alternativ şi invers. Aceasta se obţine prin înlocuirea celor două indusuri ale convertizoarelor clasice prin două discuri cu înfăşurări imprimate, ceea ce duce — aşa cum s-a arătat — la micşorarea greutăţii şi a dimensiunilor maşinii. În rest, rămîn valabile cele arătate la maşinile de curent continuu.

4. Elemente de calcul al maşinilor cu circuite imprimate

4.1. *Consideraţii generale.* Pînă în momentul de faţă, nu se găseşte în literatura de specialitate o metodă unitară de calcul a unei maşini electrice cu bobinaje imprimate.

Pentru calculul unei astfel de maşini, se poate folosi cu succes o metodă bazată pe teoria similitudinii, indicată în [11].

La baza calculului de similitudine stă presupunerea că inducţia magnetică, supratemperatura motorului, precum şi numărul de conductoare pe mm de diametru sînt parametri constanţi.

În aplicaţiile curente ale servomecanismelor, motorul este în general comandat prin amplificare cu tranzistoare; în acest caz, un rol deosebit de important îl joacă cuplul specific, adică cuplul corespunzător unităţii de curent indus, notat cu $M_s = \frac{M}{I}$.

Cuplul specific depinde de numărul de conductoare ale discului indus, însă este independent de grosimea acestor conductoare şi deci de rezistenţa înfăşurării imprimate. Dacă notăm cu K raportul de similitudine a două maşini (raportul diametrelor indusurilor), rezultă că numărul de conductoare posibile a fi aşezate pe un disc de diametru dat, este proporţional cu diametrul acestui disc, deci cu K. Prin analogie cu o roată dinţată de angrenaj, vom spune că modulul conductorului este egal cu 1 dacă există 100 conductoare pe o faţă a discului avînd diametrul exterior 100 mm. Acest modul este, în stadiul actual al tehnologiei de fabricaţie a discurilor imprimate, cel mai mic ce se poate rezolva industrial. În plus, modulul corespunde sensibil cu acela al motorului tip Servalco TM 50-o, care are diametrul indusului de 92 mm şi 97 conductoare, pentru care există date experimentale şi pe care îl vom alege ca bază de calcul.

Să exprimăm pe scurt relaţiile de similitudine care există între diverse mărimi caracteristice ale motoarelor, notînd parametrii motorului de bază cu literă mică şi ai motorului studiat cu literă mare, de exemplu diametrul d pentru maşina de bază şi D pentru maşina de proiectat [10]. Prin definiţie:

$$D = K.d. \tag{1}$$

Modulul conductorului fiind practic o constantă, rezultă că numărul de conductoare este:

$$N = K.n. \tag{2}$$

Grosimea conductorului, ca şi grosimea discului, este proporţională cu K:

$$G_c = K \cdot g_c \quad (3) \text{ şi } G_d = K \cdot g_d. \tag{4}$$

Aceste relaţii de similitudine sînt, evident, teoretice, deoarece în mod practic numărul de conductoare nu poate fi oarecare, el trebuind să satisfacă legile aritmetice ale oricărei înfăşurări pentru ca aceasta să se închidă. De asemenea, grosimea discului şi a conductoarelor trebuie, practic, să fie alese dintre mărimile standardizate, care se deosebesc mai mult sau mai puţin de cele obţinute din relaţiile teoretice. Aceste abateri însă sînt mici şi se încadrează în erorile admisibile în proiectarea maşinilor electrice clasice.

Stabilirea relaţiei de similitudine pentru cuplu depinde de ipoteza de la care se pleacă, în ceea ce priveşte condiţiile de încălzire şi răcire a maşinii.

Astfel, dacă se admite că radiaţia termică specifică (pe unitate de suprafaţă a discului) este o constantă, se ajunge la relaţia:

$$M = K^{3,5}. m. \tag{5}$$

Într-adevăr:

$$m = \frac{n.i.\varphi}{\omega} \tag{6}$$

unde φ este fluxul.

Pentru a determina pe $M = \frac{N.I.\varnothing}{\omega}$, se vor calcula valorile din expresie.

A rezultat mai sus $N = K.n$.

Considerînd inducţia B constantă, atunci

$$\varnothing = B.S. = B\frac{\pi D^2}{4} = B\frac{\pi K^2 d^2}{4} = B.s.K^2 = \varphi.K^2. \tag{7}$$

Pe de altă parte, dacă numărul de conductoare ar fi constant, relaţia de similitudine pentru rezistenţa înfăşurării indusului este:

$$R = \frac{r}{K}.$$

Ţinînd însă seama că secţiunea conductorului trebuie înmulţită cu K şi numărul acestora, de asemenea, înmulţit cu K, rezultă:

$$R = \frac{r}{K}K^2 = K.r. \tag{8}$$

Suprafaţa discului motorului de calculat fiind multiplicată cu K^2 pierderile prin efect Joule—Lenz sînt proporţionale cu suprafaţa şi vor trebui să satisfacă relaţia:

$$R.I^2 = K^2.r.i^2.$$

Însă, deoarece:

$$R.I^2 = k.r.I^3,$$

rezultă:

$$K.r.I^2 = K^2.r.i^2.,$$

de unde:

$$I = \sqrt{K}.i \tag{9}$$

şi deci:

$$M = \frac{N.I.\varnothing}{2\pi} = \frac{K.n.\sqrt{K}.i.K^2\varphi}{2\pi} = K^{3,5}, m.$$

Dacă se admite că densitatea de curent în bobinajul imprimat este o constantă şi ţinînd seama că grosimea conductorului $G_c = K \cdot g_c$,

că modulul conductorului este constant și că secțiunea acestuia este $S_c = K \cdot s_c$, rezultă $I = K \cdot i$ și deci :

$$M = \frac{K.n.K.i.K^2.\varphi}{\omega} = K^4.m \ . \qquad (10)$$

Primul caz se poate reduce la al doilea, dacă se admite că radiația termică specifică a discului este proporțională cu K, ceea ce se obține în cazul unei ventilații eficiente.

Cuplul specific este, evident, independent de curent și are relația de similitudine :

$$M_s = K^3.m_s. \qquad (11)$$

mîne constantă, putem admite că momentul de inerție $J = GD^2$ are relația de similitudine :

$$J = K^5 \cdot j. \qquad (13)$$

Pornind de la datele experimentale ale motorului Servalco TM 50 o (care comparat cu el însuși are $K = 1$ și $\log K = 0$ în relația generală $\log X = \alpha \log K + \log x$) se pot stabili curbele corespunzătoare (care în coordonate logaritmice sînt drepte) pentru K variind de la 0,55 la 2,35, luînd în abscisă diametrul discului în mm, ca în figura 18. În această reprezentare, cuplul se exprimă în gf cm, iar momentul de inerție în g cm².

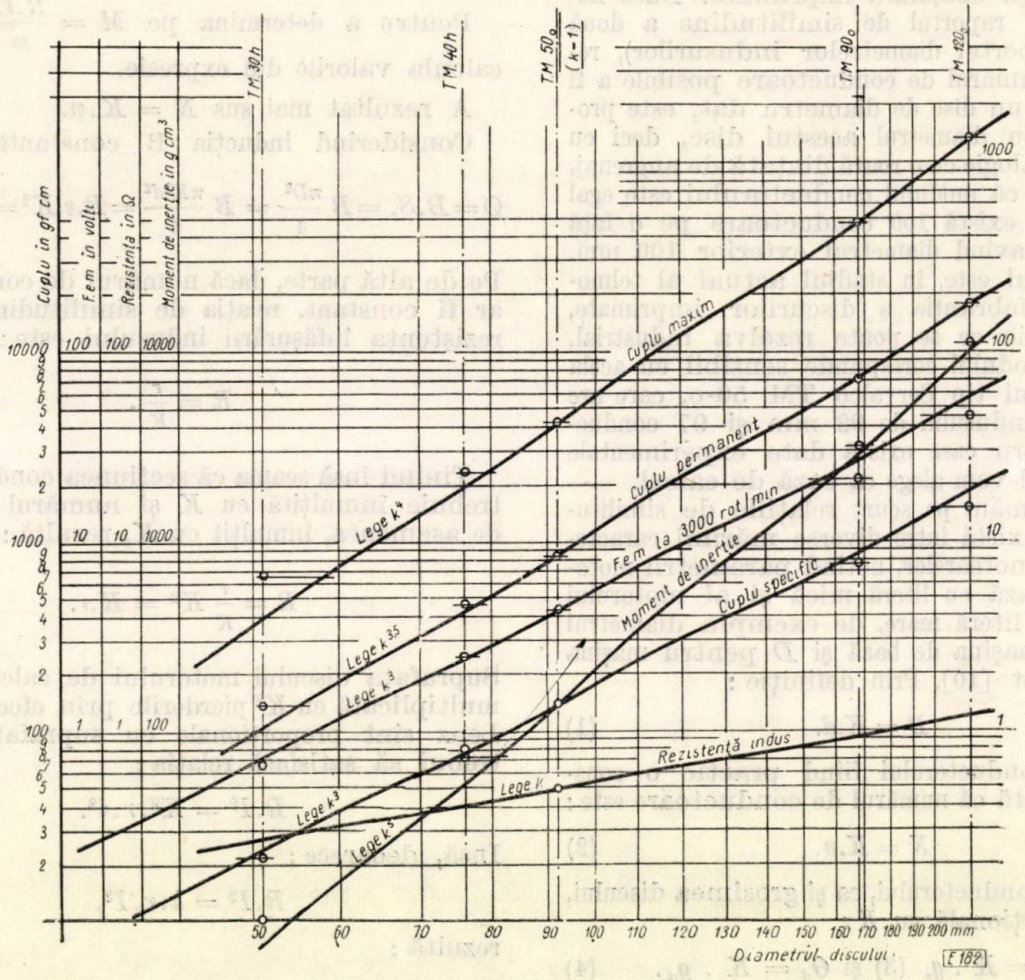


Fig. 18. Abaca legilor de similitudine.

F.e.m. specifică (raportată la unitatea de viteză) E/n_0 este :

$$\frac{E}{n_0} = N.\Phi = K.n.K^2.\varphi,$$

de unde :

$$\frac{E}{n_0} = K^3.\frac{e}{n_0} \ . \qquad (12)$$

Dacă greutatea specifică medie a discului rămîne constantă, putem admite că momentul de inerție $J = GD^2$ are relația de similitudine :

Pentru calculul accelerației se ține seama că aceasta este egală cu cîtul dintre cuplul motor și momentul de inerție.

În figura 18, liniile verticale (linie-punct) indică pozițiile teoretice ale celor cinci tipuri de motoare Servalco.

Punctele reale se găsesc mai mult sau mai puțin depărtate de dreptele teoretice și sînt figurate prin cercuri mici. Pentru cuplu se dau valorile cuplului electromagnetic ; pentru a obține cuplul util (la arbore), trebuie scăzut

din cuplul electromagnetic cuplul de frecări la rulmenți și perii și, dacă este cazul, și cuplul de amortizare (dacă indusul este metalic, de obicei din aluminiu).

În figura 19 se dă, pe baza unor construcții existente, curba diametrului discului imprimat

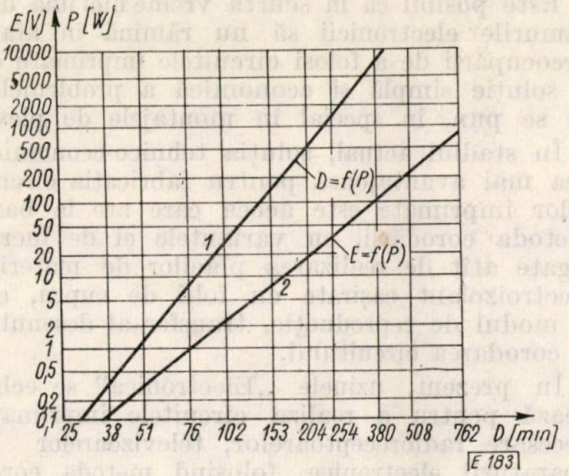


Fig. 19. Curbele diametrului discului imprimat (D) în funcție de puterea electromagnetică (P) la $n = 3\,000$ rot/min și ale f.e.m. în funcție de diametrul D la $n = 1\,000$ rot/min și 1,08 conductoare pe mm de diametru.

D în funcție de puterea electromagnetică P la turația de bază $n_b = 3\,000$ rot/min și curba f.e.m. E indusă în bobinajul imprimat în funcție de diametrul discului D, la turația de bază $n'_b = 1\,000$ rot/min și 1,08 conductoare pe mm de diametru. Aceste curbe au fost ridicate, admițîndu-se că cuplul electromagnetic la turație constantă variază proporțional cu D^4 și că tensiunea la borne și f.e.m. variază proporțional cu D^3.

În aceste condiții, randamentul este aproximativ proporțional cu diametrul, iar rezistența rotorului rămîne constantă pentru un număr constant de conductoare pe mm de diametru, și anume pentru 1,08 conductoare pe mm de diametru este de 0,6 ohmi; dacă numărul de conductoare pe mm variază, atunci rezistența rotorului la un diametru dat variază cu pătratul numărului de conductoare. De asemenea, greutatea rotorului raportată la puterea mașinii la turație constantă, variază invers proporțional cu diametrul, iar constanta de timp electromecanică pentru un anumit tip de motor este, practic, independentă de valoarea diametrului.

Motorul construit experimental, după care s-au obținut curbele din figura 19, are o inducție magnetică produsă cu ajutorul unor magneți permanenți, de $B = 0{,}5$ Wb/m², prezintă o încălzire (supratemperatură) de 70°C, iar grosimea conductorului de cupru este de 0,001 mm pe mm de diametru. Rezistența înfășurării imprimate rotorice este de 0,6 ohmi, pentru 1,08 conductoare pe mm de diametru.

Cu ajutorul curbelor din figura 19, pe considerente de similitudine, se poate calcula orice motor pînă la 10 kW. Esența metodei constă în calcularea unui motor ipotetic de bază, ținînd seama de puterea dată, însă pentru turația de bază $n_b = 3\,000$ rot/min, apoi se introduc modificări ținînd seama de viteza reală și tensiunea la borne dorită. Tensiunea la borne redusă cu 1 V (căderea de tensiune la perii) este proporțională cu numărul de conductoare imprimate pe o față a discului pentru o anumită dimensiune a acestuia. Abaterea acestei tensiuni calculate, față de valoarea dată a tensiunii de alimentare, necesită schimbarea numărului de conductoare în conformitate cu relațiile de similitudine.

Pentru numărul de poli se poate alege orice număr par, se recomandă însă șase sau opt.

4.2. *Exemplu de calcul.* Această metodică se va exemplifica pe un motor de curent continuu cu putere utilă $P_2 = 375$ W, turația $n = 1\,800$ rot/min și tensiunea de alimentare $U = 32$ V. Inductorul este format de un sistem de magneți permanenți, avînd o inducție utilă $B = 0{,}5$ Wb/m². Pentru a calcula diametrul discului imprimat, se raportează puterea utilă dată la turația de bază $n_b = 3\,000$ rot/min, pentru care sînt construite curbele din figura 19:

$$P'_2 = P_2 \cdot \frac{n_b}{n} = 375 \cdot \frac{3\,000}{1\,800} = 625 \text{ W}.$$

Se adaugă aproximativ 12% din puterea utilă, adică $p'_m = 75$ W pentru pierderile mecanice, obținîndu-se puterea electromagnetică $P' = P'_2 + p'_m = 625 + 75 = 700$ W. Pentru această putere se găsește pe curba *1* din figura 19 diametrul $D = 220$ mm.

Deoarece motorul de bază are 1,08 conductoare pe mm de diametru, rezultă că numărul de conductoare al motorului calculat este:

$$N_1 = 1{,}08 \cdot 220 = 238 \text{ conductoare}.$$

Pentru diametrul $D = 220$ mm, pe curba *2* din figura 19, rezultă $E' = 20$ V pentru turația de bază a f.e.m. de 1 000 rot/min.

Pentru motorul calculat, care are $n = 1\,800$ rot/min, se va obține f.e.m. în bobinajul imprimat:

$$E = E' \cdot \frac{n}{n'_b} = 20 \cdot \frac{1\,800}{1\,000} = 36 \text{ V}.$$

Pentru a calcula curentul în bobinajul imprimat, se raportează puterea electromagnetică $P' = 700$ W de la $n_b = 3\,000$ rot/min la $n = 1\,800$ rot/min:

$$P = P' \cdot \frac{n}{n_b} = 700 \cdot \frac{1\,800}{3\,000} = 420 \text{ W}.$$

Rezultă:

$$I'_a = \frac{P}{E} = \frac{420}{36} = 11{,}6 \text{ A}.$$

Relațiile de similitudine arată că rezistența bobinajului imprimat rămîne constantă dacă grosimea cuprului și numărul de conductoare rotorice variază direct proporțional cu diametrul indusului, deci $R'_a = 0{,}6$ ohmi.

În acest fel, căderea de tensiune în bobinajul imprimat este:

$$\Delta U_a = R_a' \cdot I_a' = 0{,}6 \cdot 11{,}6 \approx 7 \text{ V}.$$

Tensiunea la bornele motorului, ținînd seamă de căderea de tensiune la perii $\Delta U_p = 1$ V, este:

$$U_1 = E + R_a' \cdot I_a' + \Delta U_p = 36 + 7 + 1 = 44 \text{ V}.$$

Această valoare este mai mare decît tensiunea la borne fixată în tema de proiectare, care este de $U = 32$ V. De aceea se va micșora numărul de conductoare astfel:

$$N_1' = N_1 \cdot \frac{U-1}{U_1-1} = 238 \cdot \frac{32-1}{44-1} = 171.$$

Pentru ca înfășurarea rotorică să fie simetrică, trebuie ca numărul de conductoare să satisfacă relațiile:

la $2p = 6$ poli	$N = 3k + 1$
la $2p = 8$ poli	$N = 4k + 1$

unde k reprezintă un număr întreg, pozitiv.

Ținînd seamă că pentru motorul calculat adoptăm $2p = 8$ se alege k astfel, încît numărul de conductoare N să fie cît mai apropiat de $N_1' = 171$ și se găsește:

$$k = 42 \text{ și deci } N = 4 \cdot 42 + 1 = 169 \text{ conductoare}.$$

Grosimea cuprului pentru un disc cu diametrul de 220 mm va fi:

$$g = g_b \cdot D = 0{,}001 \cdot 220 = 0{,}220 \text{ mm}.$$

Valoarea randamentului este, practic, independentă de N, astfel încît calculul se poate face pentru $N_1 = 238$ conductoare. Puterea absorbită în acest caz este $P_1 = U_1 \cdot I_a' = 44 \cdot 11{,}6 = 510$ W și cum puterea utilă este $P_2 = 375$ W, rezultă randamentul:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{375}{510} = 73{,}5\%.$$

Se verifică tensiunea la borne pentru numărul de conductoare alese $N = 169$:

$$U = \Delta U_p + \frac{N}{N_1}(U_1 - \Delta U_p) = 1 + \frac{169}{238}(44-1) = 31{,}5 \text{ V}.$$

Curentul indus este:

$$I_a = I_a' \frac{N_1}{N} = 11{,}6 \cdot \frac{238}{169} = 16{,}3 \text{ A}.$$

Rezistența rotorică pentru $N = 169$ conductoare este:

$$R_a = R_a' \cdot \left(\frac{N}{N_1}\right)^2 = 0{,}6 \left(\frac{169}{238}\right)^2 = 0{,}3 \text{ ohmi}.$$

Pierderile în rotor sînt:

$$R_a \cdot I_a^2 = 0{,}3 \cdot 16{,}3^2 = 80 \text{ W}.$$

Puterea absorbită este:

$$UI_a = 31{,}5 \cdot 16{,}3 = 510 \text{ W}.$$

5. Concluzii

a) Circuitele imprimate cuprind zilnic noi domenii de utilizare în toate ramurile electronicii și electrotehnicii. Aceasta se datorește modului relativ simplu al fabricației lor, care se realizează pornind de la materiale ușor de procurat și principii tehnologice simple. De asemenea, din cauza avantajelor pe care le oferă circuitele imprimate, acestea se folosesc în diferite domenii ca: montaje, construcții de piese detașate, aparate, instalații de telecomandă și automatizări, mașini electrice, mașini de calcul etc.

Este posibil ca în scurtă vreme nici una din ramurile electronicii să nu rămînă în afara preocupării de a folosi circuitele imprimate ca o soluție simplă și economică a problemelor ce se pun, în special în montajele de piese.

În stadiul actual, soluția tehnico-economică cea mai avantajoasă pentru fabricația circuitelor imprimate este aceea care are la bază metoda corodării, cu variantele ei de lucru, legate atît de realizarea plăcilor de material electroizolant cașirate cu folii de cupru, cît și modul de reproducție, transfer al desenului și corodarea circuitului.

În prezent, uzinele „Electronica" se echipează pentru a realiza circuitele imprimate necesare radioreceptoarelor, televizoarelor și aparaturii electronice, folosind metoda corodării foliei de cupru. Aceasta reprezintă pentru actualele nevoi soluția tehnică cea mai potrivită. Este posibil ca în scurt timp să se dezvolte și alte procedee, în special cele care asigură imprimarea pe suport ceramic sau aluminiu eloxalizat ori acoperit cu o peliculă de mylar 0,03—0,04 mm.

b) În ceea ce privește folosirea circuitelor imprimate la construcția înfășurărilor mașinilor electrice rotative, arătăm următoarele:

Ținînd seama de caracteristicile pe care le prezintă mașinile electrice cu circuite (bobinaje) imprimate, rezultă imediat că domeniul în care ele își găsesc cea mai largă utilizare, este acela al motoarelor de mică putere și micromotoare.

Prin tehnologia lor de fabricație care se poate ușor automatiza, motoarele electrice cu circuite imprimate sînt economice numai la serii mari, cum este cazul motoarelor de mică putere. În plus, au o construcție mai simplă și mai robustă, au o inerție mecanică și electromagnetică mică și prin aceasta folosirea circuitelor imprimate este foarte indicată în domeniul micromotoarelor de acționare, circuite de comandă și automatizare, aparate cu regim intermitent (motoare cu pas), instalații de programare etc.

Trebuie subliniat faptul că, datorită caracteristicilor amintite, aceste motoare pot fi folosite ca motoare de magnetofon, pick-up etc. Folosirea bobinajelor imprimate de putere mijlocie și mare nu este potrivită, deoarece la aceste mașini este necesară o secțiune de cupru relativ mare, ceea ce în cazul înfășurărilor cu circuite imprimate reprezintă o problemă tehnologică dificilă. Într-adevăr, datorită greutății proprii a foliei de cupru, ca și forțelor

electrodinamice ce iau naştere la un curent de mare intensitate, problema fixării cuprului pe suportul electroizolant este extrem de greu să fie rezolvată. În plus, maşinile de mare putere se construiesc economic pentru tensiuni înalte, ceea ce necesită un mare număr de spire al înfăşurării.

Cu toate acestea, în literatură [2] se arată că s-a rezolvat construcţia indusului unui motor de 150 kW, pe principiul circuitelor imprimate. Fără îndoială, că asimilarea la uzinele „Electronica", a procesului tehnologic de fabricaţie a circuitelor imprimate pentru scopuri electronice, paralel cu tehnologia feritelor care este de pe acum asimilată la aceste uzine, va permite studierea realizării micromotoarelor cu circuite imprimate, încă în perioada 1961—1962.

Bibliografie

[1] *Lăzăroiu D.F.*: Tehnologia circuitelor imprimate şi utilizarea lor în industria electrotehnică. Electrotehnica *9* (1961) 2, 37—49.

[2] *Baev V.A., Palastin L.M., Cesnokov A.I.*: Torţovie reguliruemie maşini s peciatnîmi iakornîmi obmotkami i postoiannîmi magnitami. Vestnik elektropromîşlennosti *31* (1960) 7, 24—28.

[3] *Baudot H.J.*: Moteurs à bobinages imprimés pour servomécanismes à hautes performances. L'onde électrique *39* (1959) 383,133—137.

[4] A.R.: Applications des circuits imprimés en cuivre sur matières plastiques. Métallurgie et construction mécanique *91* (1959) 3, 181—189.

[5] F.R.: Moteurs à circuits imprimés. La Nature (1958) 3278, 242.

[6] *Baudot H.J.*: Un nouveau moteur pour servomécanismes, le moteur „Servalco" à bobinage imprimé. Automatisme *4* (1959) 3, 107—113.

[7] *Ivobotenko B.A.*: Şagovie elektrodvigateli. Elektricestvo 80 (1960) 8, 54—61.

[8] *Dumaire M., Baudot H.J.*: Secteur rapide de ruban perforé pour applications industrielles. Electronique Industrielle (1958) 22, 165—167.

[9] *Aslan H.*: Circuitele imprimate aplicate la bobinajul maşinilor electrice rotative. Electrotehnica 8 (1960) 5, 160—162.

[10] * * * Catalog „Le moteur Servalco. Moteur à courant continu et à bobinage imprimé. (Breveté S.G.D.G.)", 1959.

[11] *Burr P.R., Swiggest R.L.*: Motors with Printed Circuit Rotors. Product Engineering (1959) 16, 64—66.

Intrat în redacţie la 2 martie 1961.

Măsurarea puterii în secundarul transformatoarelor mari de sudură folosind efectul Hall la semiconductoare

David Fränkel, Ioan De Sabata, Avram Heler şi Ervin Lebovics* — Timişoara

Între aplicaţiile semiconductoarelor cele bazate pe efectul Hall prezintă un interes deosebit deoarece dispozitivele respective uşurează şi simplifică măsurarea mărimilor magnetice şi cele dependente de ele. Experienţele efectuate de autori cu astfel de dispozitive de măsurare, sînt preţioase în vederea aplicaţiilor în laboratoare şi în automatizările industriale.

CZ 621.317.382 : 632 : 621.314.2

Măsurarea puterii active în secundarul transformatoarelor mari de sudură este utilă atît pentru studierea procesului de sudură cît şi pentru cunoaşterea transformatorului de sudură însuşi. Utilizarea wattmetrului este dificilă din cauza curenţilor mari.

Măsurarea curenţilor mari precum şi măsurarea puterii în sisteme monofazate cu ajutorul traductorului Hall, sînt cunoscute în literatură [3], [1] şi [2]. Lucrarea de faţă constituie o îmbinare a celor două metode.

Tensiunea Hall, care se stabileşte între punctele M şi N aflate la intersecţia cu axa y a două feţe opuse ale unei plăci paralelipipedice semiconductoare parcurse de curentul i_c în direcţia axei x şi aşezate în cîmpul magnetic de inducţie B orientat după axa z, este proporţională cu produsul curentului i_c şi a inducţiei magnetice B (fig. 1)

$$U_{h0} = \frac{R_H}{d} i_c B, \qquad (1)$$

unde :

B — este inducţia magnetică în Wb/m²;

d — grosimea plăcii în m;

R_H — se numeşte constanta Hall şi la semiconductoare cu conductibilitate electronică are expresia

$$R_H = -\frac{3\pi}{8}\frac{1}{n q} \quad \text{m}^3/\text{C}$$

n fiind numărul electronilor din unitatea de volum iar q sarcina electronului.

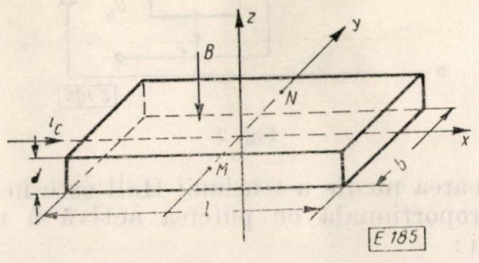


Fig. 1

Expresia (1) este calculată în ipoteza că $l/b = \infty$. La valori mai mici ale raportului

* Ing. *D. Fränkel* este conf. la Institul politehnic Timişoara, ing. I. De Sabata este şef de lucrări, ing. *A. Heler* şi *E. Lebovics* sînt asistenţi la acelaşi institutut.

$1/b$ în ea mai intervine un factor subunitar $f(2/b)$ care este însă foarte apropiat de 1 pentru $1/b \geqslant 2$ [1]. De fapt R_H nu este riguros constant întrucît depinde de inducția magnetică B.

Această dependență se exprimă prin relația : $R_H = R_{H0}(1 - \mu B^2)$ unde R_{H0} este constanta Hall la $B = 0$ iar μ este mobilitatea purtătorilor mobili de sarcini elementare.

Constanta Hall la semiconductoare este cu mult mai mare decît la metale datorită lui n relativ redus, astfel că pentru curenți $i_c = 100$ mA și inducția $B = 1$ Wb/m² se obțin tensiuni Hall de ordinul zecilor de milivolți. Dacă r este rezistența conectată la bornele Hall ale sondei, între care rezistența plăcii semiconductoare este r_i, tensiunea la borne, exprimată în funcție de tensiunea Hall în gol u_{h0}, este :

$$u_h = u_{h0} \frac{1}{1 + \frac{r_i}{r}}.$$

Factorul $\frac{1}{1 + \frac{r_i}{r}}$ nu este constant pentru că r_i crește cu inducția magnetică B. Teoretic $\frac{\Delta r_i}{r_i} = (\mu B)^2$ [1].

Așadar atît scăderea constantei Hall cît și creșterea rezistenței plăcii semiconductoare la valori crescătoare ale inducției magnetice, conduc la o relativă micșorare a tensiunii Hall. Compensarea acestor efecte — după cum a arătat Weiss [5] poate fi obținută prin mărirea lățimii contactelor Hall.

Din expresia tensiunii Hall rezultă posibilitatea măsurării puterii în curent continuu sau alternativ. Spre exemplu se stabilește o inducție magnetică proporțională și în fază cu curentul din consumator, $B = k_i\, i$ și un curent prin sondă proporțional și în fază cu tensiunea la bornele circuitului de utilizare $i_c = K_u\, u_b$ (fig. 2).

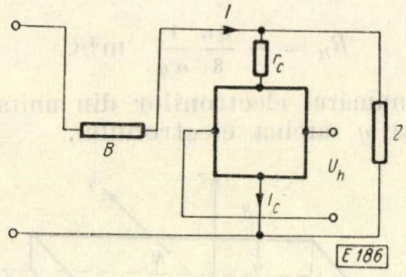


Fig. 2

Valoarea medie a tensiunii Hall este în acest caz proporțională cu puterea activă a receptorului :

$$u_h = \frac{1}{T}\int_0^T k_i k_u \frac{1}{1 + \frac{r_i}{r}} \frac{R_H}{d} i u_b \, dt = K U_b I \Delta$$

unde : Δ este factorul de putere în regim nesinusoidal, iar

$$K = k_i k_u \frac{R_H}{d} \frac{1}{1 + \frac{r_i}{r}}.$$

La măsurarea puterii active în secundarul transformatorului de sudură curentul i_c proporțional și în fază cu tensiunea se realizează ca în fig. 2 alimentînd sonda în serie cu rezistență mare r_c de la bornele electrozilor de sudură. Inducția magnetică proporțională și în fază cu curentul se obține în întrefierul unui miez feromagnetic cu pierderi în fier foarte mici și permeabilitatea magnetică mare, prin fereastra căruia trece curentul de sudură *1* (fig. 3).

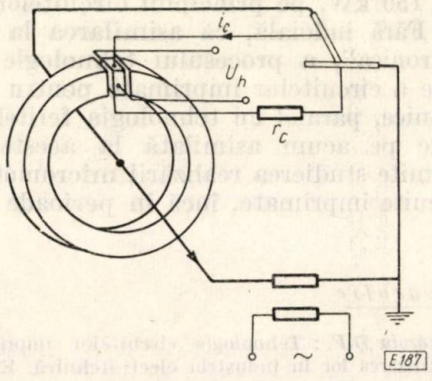


Fig. 3

Din legea circuitului magnetic, rezultă :

$$H\delta \cdot \delta + H_{fe} L_{fe} = i;$$

unde :

H_δ este intensitatea cîmpului magnetic în întrefier ;

H_{fe} — intensitatea cîmpului magnetic în fier ;

L_{fe} — lungimea liniei mijlocii a miezului.

Neglijînd căderile magnetice în fier se obține :

$$B_\delta = \mu_0 \frac{i}{\delta},$$

μ_0 — fiind permeabilitatea magnetică a aerului.

Poziția conductorului în fereastra miezului nu influențează sensibil inducția în întrefier la valori ale curentului care nu saturează local miezul. Apropierea corpurilor feromagnetice, de asemenea, nu are influență asupra valorii inducției magnetice. Aceasta este însă modificată prin cîmpurile magnetice străine, de exemplu prin cîmpul magnetic al conductorului de întoarcere. Acest efect poate fi eliminat prin utilizarea în locul unei singure sonde a două sonde introduse în două întrefieruri identice practicate în miez (fig. 4). În adevăr, cîmpul perturbator într-unul din întrefieruri întărește

inducția magnetică, în celălalt o slăbește. Sub valorile de saturație ale inducției influența rezultantă este nulă întrucît se măsoară suma tensiunilor Hall a celor două sonde.

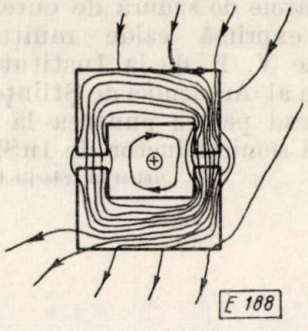


Fig. 4

La încercările experimentale s-a folosit o plăcuță de InSb avînd dimensiunile : 5×3, 5×1, 10^{-3} m și $R_{H0} = 213.10^{-6}$ m³/Cb și $r_i = 0{,}078\ \Omega$.

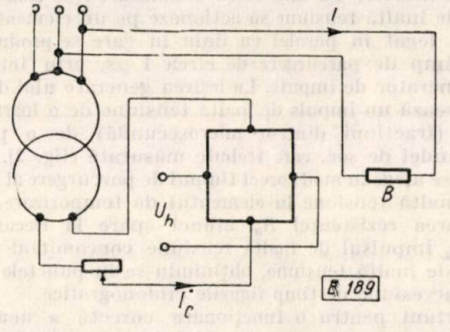


Fig. 5

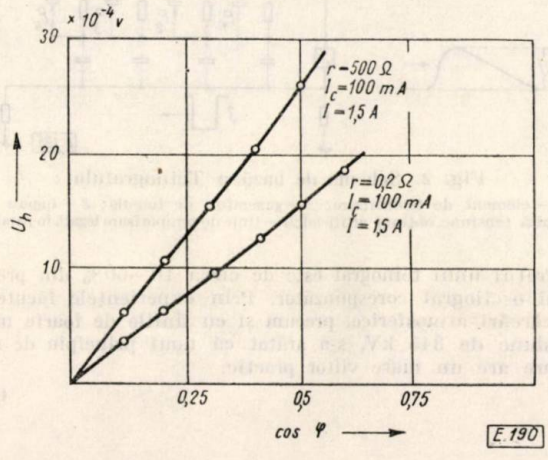


Fig. 6

Cu montajul din figura 5 s-a stabilit că componenta continuă a tensiunii Hall variază riguros liniar cu cos φ și I_c, deci cu tensiunea U_b (fig. 6 și 7).

Dependența tensiunii Hall de curentul de sudură I s-a determinat cu schema din figura 8.

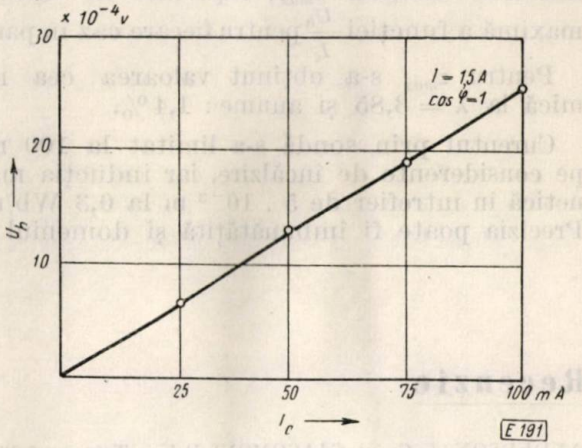


Fig. 7

Curba $\frac{U_h}{I_c} = f(I)$, ridicată experimental nu este perfect liniară (fig. 9). Abaterea de la

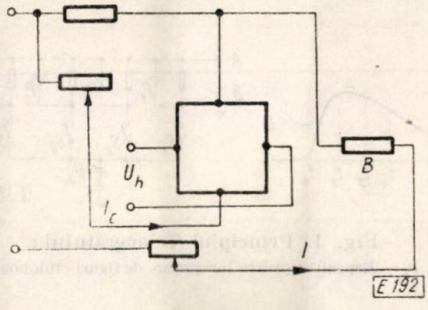


Fig. 8

liniaritate ε — este funcție de raportul dintre rezistența de sarcină a sondei și rezistența sa interioară r_i :

$$\lambda = \frac{r}{r_i}.$$

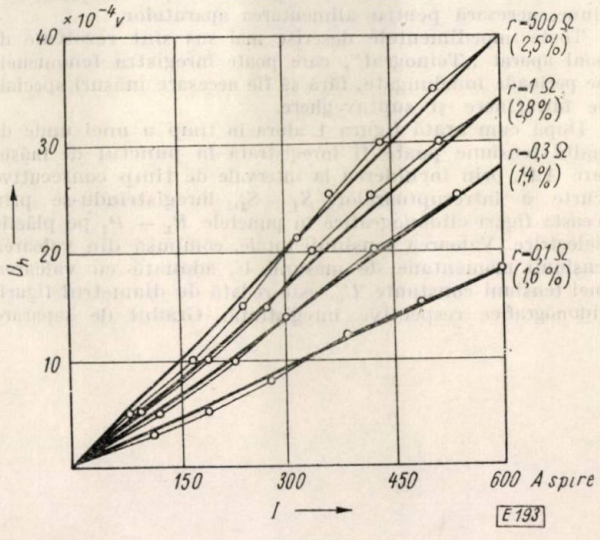


Fig. 9.

Pentru diferite valori ale raportului λ s-au ridicat curbele din figura 9 şi s-au stabilit abaterile maxime ε_{max}, raportate la valoarea maximă a funcţiei $\frac{U_h}{I_c}$ pentru fiecare caz în parte.

Pentru ε_{max} s-a obţinut valoarea cea mai mică la $\lambda = 3{,}85$ şi anume : 1,4%.

Curentul prin sondă s-a limitat la 100 mA pe considerente de încălzire, iar inducţia magnetică în întrefier de $5 \cdot 10^{-3}$ m la 0,3 Wb/m^2. Precizia poate fi îmbunătăţită şi domeniul de măsură poate fi lărgit prin folosirea unui miez din oxifer în locul tolelor obişnuite de transformator, cu care s-a lucrat şi prin lăţirea contactelor Hall. Măsurarea puterii cu sonda Hall poate fi aplicată, folosind acelaşi montaj şi la generatoarele de sudură de curent continuu.

Autorii exprimă calde mulţumiri profesorului Juze V. P. de la Institutul de Semiconductoare al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. din Leningrad pentru punerea la dispoziţie a materialului semiconductor de InSb.

Intrat în redacţie la 10 februarie 1961

Recenzie

ANDERSON J. G. şi GIACOMONI R.U. **„Teinograful" un aparat nou de înregistrare a undelor de înaltă tensiune.** Electrical Engineering **3** (1960) pag. 184–189, 11 fig.

Undele de şoc de tensiune care apar de cele mai dese ori intempestiv în reţelele de înaltă tensiune în urma descărcărilor atmosferice, sau din cauza comutărilor voite sau datorită unor defecte în sistemele energetice, nu au putut fi

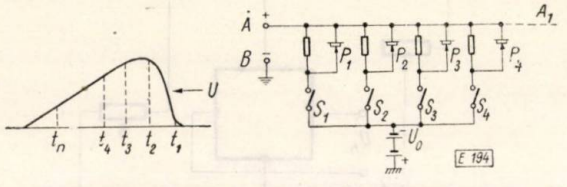


Fig. 1. Principiul Teinografului:
P_1 P_4 — dispozitiv pentru înregistrare de figuri clidonografice.

înregistrate pînă acum spaţial sau în timp în mod mulţumitor. Deoarece momentul de producere a unei astfel de unde nu poate fi prevăzut în prealabil, pentru înregistrarea acestor fenomene nu pot veni în considerare osciloografele din cauza consumului mare de hîrtie înregistratoare, decît în cazuri excepţionale, iar prin procedeul beţişoarelor feromagnetice nu se obţin decît indicaţii asupra valorilor de vîrf ale curentului şi tensiunii undei.

O altă dificultate care stă în calea utilizării aparatelor mai sus arătate este de multe ori lipsa unei reţele de joasă tensiune, necesară pentru alimentarea aparatelor.

Toate impedimentele descrise mai sus sînt rezolvate de noul aparat „Teinograf", care poate înregistra fenomenele pe perioade îndelungate, fără să fie necesare măsuri speciale de întreţinere şi supraveghere.

După cum arată figura 1 alura în timp a unei unde de înaltă tensiune poate fi înregistrată în punctul de măsurare AA^1, prin închiderea la intervale de timp consecutive scurte a întreruptoarelor $S_1 - S_4$, înregistrîndu-se prin aceasta figuri clidonografice în punctele $P_1 - P_4$ pe plăcile dielectrice. Valoarea tensiunii totale, compusă din valoarea tensiunii momentane de măsurat U, adunată cu valoarea unei tensiuni constante U_0, este redată de diametrul figurii clidonografice respective înregistrată. Gradul de separare în timp creşte cu numărul întreruptoarelor şi al figurilor clidonografice utilizate, ca şi cu micşorarea timpilor succesivi de acţionare ai întreruptoarelor, timpi care sînt însă limitaţi în cazul unei acţionări mecanice.

Pentru a putea înregistra fenomene cu durate de ordinul microsecundelor, s-a ales calea următoare : se lasă ca unda de şoc de înaltă tensiune să acţioneze pe un element de temporizare legat în paralel cu linia în care se produce unda, cu un timp de parcurgere de circa 1 μs, prin intermediul unui generator de impuls. La ieşirea generatorului de impuls se generează un impuls de înaltă tensiune de o foarte scurtă durată (fracţiuni dintr-o microsecundă) de o polaritate opusă undei de şoc, care trebuie măsurată (fig. 2).

Dacă se alege în mod corect timpul de parcurgere al impulsului de înaltă tensiune în elementul de temporizare, precum şi valoarea rezistenţei R_0, atunci apare la fiecare punct $P_1 - P_4$ impulsul de înaltă tensiune concomitent cu unda de şoc de înaltă tensiune, obţinîndu-se în punctele $P_1 - P_4$ într-o succesiune de timp figurile clidonografice.

Important pentru o funcţionare corectă a unui astfel de aparat este ca valoarea undei de şoc singură să nu fie suficientă pentru apariţia unei figuri clidonografice, aceasta putînd să apară numai atunci cînd se suprapune şi valoarea tensiunii de impuls.

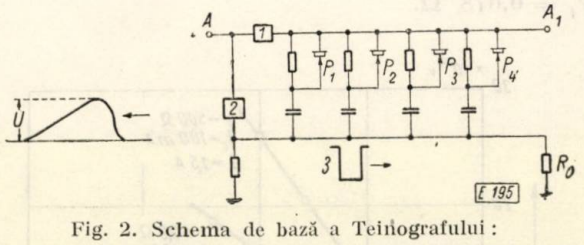


Fig. 2. Schema de bază a Teinografului:
1 — element de temporizare; *2* — generator de impuls; *3* — impuls de înaltă tensiune obţinut artificial; *4* — linie de temporizare legată în paralel.

Preţul unui teinograf este de circa 10–50% din preţul unui osciograf corespunzător. Prin experienţele făcute la descărcări atmosferice, precum şi cu liniile de foarte mare tensiune de 345 kV, s-a arătat că noul principiu de măsurare are un mare viitor practic.

G.D.

Documentare

621.3 *Electrotehnică generală*

CZ 614.812 : 614.825

Reanimarea electrocutaţilor. [După H. Fischer: Bull. ASE **51** (1960), 15, 751—756]

După ce se analizează vechile metode manuale de reanimare, reliefînd calităţile pe care acestea le prezintă, sînt studiate completările noi ce trebuie aduse ţinînd seama de noile cuceriri ale medicinii. Există o diferenţă esenţială între accidentele cauzate de curenţii de joasă tensiune şi cele provocate de curenţii de înaltă tensiune sau de trăsnet.

În cazul unei electrocutări la joasă tensiune, victima se găseşte într-o stare de moarte aparentă ca urmare a unei fibrilări ventriculare şi a opririi inimii. Timpul disponibil pentru salvare este maximum 5 min de la accidentare, astfel încît reanimarea trebuie începută imediat. Se recomandă metodele de insuflare oronazală sau bucală, sau procedeele Holger-Nielson. Respiraţia trebuie continuată o oră sau două. În continuare sînt expuse măsurile pe care trebuie să le ia doctorul, atrăgîndu-se atenţia că masarea inimii (după deschiderea toracelui) să se facă doar în cazuri extreme.

Electrocutarea cu curenţi de înaltă tensiune este mult mai dificilă, victima nepierzîndu-şi întotdeauna cunoştinţa (doar şoc nervos, dar inima funcţionează).

Spre deosebire de primul caz, fibrilările ventriculare sînt rare, arcul electric provocînd în schimb arsuri adînci şi întinse; salvarea victimei este totuşi mai sigură. Exerciţiile de reanimare trebuie făcute cu multe menajamente din cauza arsurilor şi a leziunilor de multe ori interne. În acest caz se indică metodele de insuflare orobucală sau oronazală, dar se pot folosi şi aparatele Ambu sau Dräeger.

Pentru înlăturarea myoglobinei care poate bloca rinichii, (se citează cazul unui electrocutat salvat, care a decedat după 4—5 zile din cauza toxinelor care i-au blocat rinichii), se recomandă administrarea imediată de bicarbonat de sodiu, 4—6 comprimate de 1 g la 1/3 apă, doza repetîndu-se după o oră.

Fl. T.

CZ 621.312 : 518.5 : 621.398

Maşinile analogice şi întrebuinţarea lor în industrie. [După P. Coroller: Bull. ASE **51** (1960), 9, 7 mai, 461—465].

Două sisteme fizice sînt analoge, cînd legile care le guvernează au aceeaşi expresie matematică (fie ecuaţii algebrice sau diferenţiale, fie relaţii funcţionale traduse prin formule sau curbe). Studiul unui sistem fizic sau rezolvarea unui sistem cu ajutorul calculului analogic revine întotdeauna la construirea unui model în general electric sau electronic, ale cărui ecuaţii de funcţionare sînt ecuaţiile sistemului fizic sau matematic studiat. Se citează două aplicaţii mai importante. Prima este o schemă pentru încercările regulatoarelor de tensiune, maşina sincronă şi excitaţia sa fiind simulată cu ajutorul maşinii de calcul analogic. A doua este o schemă necesară determinării vitezelor critice de rotaţie la arborii turbinelor. Schema permite o mare mobilitate, schimbarea parametrilor ducînd la observarea imediată a rezultatelor.

Metoda descrisă de autor este simplă, adaptabilă multor probleme şi nu cere o pregătire specială a tehnicienilor.

Fl. T.

621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313 : 621.315.61

Încercări de îmbătrînire, dezvoltare şi apreciere asupra unor noi izolaţii ale statorului. [După K. Abegg: Bull. ASE **51** (1960), 18, 10 sept., 849—856, 14 ref.].

După ce se prezintă apariţia unor noi materiale izolante folosite în tehnica bobinării maşinilor electrice, se arată dificultăţile în compararea calităţii acestora şi modul judicios de întrebuinţare.

Metoda cea mai bună ar fi aceea de a încerca maşinile un timp mai îndelungat; cum acest lucru nu este posibil din considerente economice, se caută ca să se obţină, prin încercări de îmbătrînire accelerată, indicaţii asupra comportării în serviciu a noilor izolaţii a înfăşurărilor. Pentru aceasta, s-au creat dispozitive şi aparate care reproduc solicitările acestor izolaţii similar ca în exploatare şi care permit, prin agravarea diferiţilor parametri ai îmbătrînirii, să se consume un timp foarte mic.

Criteriile de îmbătrînire se aleg din cunoştinţele căpătate în explotarea materialelor convenţionale cu care se compară rezultatele obţinute pe noile izolaţii. Se descriu pe larg posibilităţile de apreciere a acestor noi materiale izolante, comunicîndu-se şi metodica de experimentare

Fl. T.

CZ 621.313 : 223 : 621.313.322.013.8

Folosirea unei maşini de c.c. pentru suprimarea rapidă a cîmpului generatoarelor de c.a. mari. [După Sreenivasan T. V., Narasinga Rao K. V.: J. sci. industr. Res. **19 A** (1960), 11, 560—564, 7 fig., 1 tab., 3 ref.]

S-a cercetat analitic şi experimental performanţa unui dispozitiv pentru dezexcitarea (folosindu-se în acest scop rotorul unei maşini de c.c. excitate) unui generator mare de c.a. (turboalternator de 60 MW), cînd cîmpul dispozitivului de dezexcitare este excitat separat, cu înfăşurare serie sau în derivaţie. Rezultatele arată că pentru dezexcitarea rapidă a alternatoarelor mari utilizarea maşinilor de c.c. este avantajoasă; o excitaţie serie fiind mai convenabilă decît o excitaţie separată. Timpul de dezexcitare este redus la folosirea acestui dispozitiv în comparaţie cu metoda obişnuită a rezistenţei pentru descărcarea cîmpului.

Cu cît timpul de dezexcitare este mai scurt, cu atît este mai ridicată tensiunea la care este supus sistemul. Dezexcitarea se poate proiecta în aşa fel ca să se poată satisface condiţiile de timp şi de tensiune.

A. S.

CZ 621.313.333—531.6

Motoare de inducţie cu viteză variabilă. [După Rawclife G. H., Fong W.: The Proceedings of the Inst. of El. Eng. vol. **107**, (1960), 36, Part. A (dec.), 513—528, 7 tab. 16 fig.]

De peste doi ani a fost propusă şi acceptată ca o soluţie industrială, schimbarea vitezei motoarelor de inducţie cu rotor în scurtcircuit, prin metoda denumită modularea amplitudinii polilor („pole-amplitude modulation").

Această metodă constă în inversarea a jumătate din fiecare fază faţă de cealaltă jumătate. Bobinajul şi construcţia maşinii rămîn cele obişnuite şi nu este nevoie decît de şase borne la maşină în loc de trei şi de un controlor de tip curent. În prima formă în care a fost publicată, comportă încă porţiuni semiintuitive.

Articolul de faţă aduce completări părţii teoretice şi anumite ameliorări importante, ca de pildă omisiunea la modulare a anumitor bobine, care, deşi prevăzută cu doi ani în urmă, a depăşit aşteptările .

A. H.

CZ 621.313.333 : 620.179.14

Încercările prin impulsuri localizează defectele din rotor. [După Weed H. R. şi Weed S. K.: Electronics **10** Iune (1960), 70—72, 2 fig.]

Metoda de a încerca un rotor de fabricaţia serie, în comparaţie cu un rotor cunoscut ca fiind fără defect, injectînd în ambele impulsuri de curent identice şi interpretînd diferenţele răspunsurilor pentru a stabili nu numai defectul eventual, ci şi localizarea lui, este cunoscută şi practicată în industrie de mai mulţi ani. Deficienţa metodei a constat în greutatea detectării diferenţelor mici între două tensiuni cu valori absolute mari.

Se arată cum se obține un semnal care depinde de diferența celor două mărimi și scutește de nevoia unei comparații vizuale. Astfel, se pot detecta defecte ca: inversări, număr greșit de spire, scurtcircuite, întreruperi etc. și se pot localiza defectele pînă la stabilirea crestăturii în care se află.

A. H.

621.314.2 *Transformatoare*

CZ 621.314.2.001.2 : 621.373

Calculul transformatoarelor de impuls. [După M. Heisrath: Elektrie **15** (1961), 1, 4—11, 11 fig., 60 formule, 23 referate bibliografice].

O tensiune de impuls de formă și amplitudine dorită se poate obține cu ajutorul transformatorului de impuls; pentru aceasta se alimentează primarul cu tensiune sinusoidală sau curent sinusoidal și ca urmare a saturației rapide a miezului magnetic se obține în secundar o tensiune sub forma unor impulsuri care se repetă cu o frecvență egală cu cea aplicată. În aceaste împrejurări fluxul magnetic are variația în timp de forma unui pătrat. În lucrare autorul stabilește metodologia de calcul de proiectare a transformatorului de impuls, plecînd de la considerentele amintite, și luînd în considerare caracteristicile materialelor magnetice; metodica este stabilită pentru două ipoteze: alimentare cu tensiune sinusoidală sau curent sinusoidal. Se analizează apoi metodele de întîrziere a impulsului, se calculează efectiv un transformator de impuls și se prezintă comparativ rezultatele experimentale. Rezultatele experimentale concordă cu calculul efectuat ceea ce confirmă exactitatea relațiilor deduse. Lucrarea este utilă inginerilor proiectanți.

P. B.

621.315.6 *Izolanți*

CZ 621.315.62.015.52

Conturnarea prin efluvii a izolatoarelor acoperite de straturi străine. [După Obenaus F.: Elektrizitätswirtschaft **59** (1960), 24, 878—882, 7 fig., 7 ref.]

Pe baza unei experiențe de exploatare de mai mulți ani se utilizează linia de fugă ca bază pentru dimensionarea și aprecierea izolatoarelor acoperite cu straturi superificiale umede și conductoare (straturi străine). Problema poate fi clarificată cu ajutorul arcului care precede conturnarea și grosimile critice ale stratului, care au fost studiate pe modele.

1. Trebuie făcută o deosebire între conturnările prin efluvii cu arc premergător staționar și fără un asemenea arc.

2. Pentru conturnarea prin efluvii fără arc premergător staționar, lungimea liniei de fugă determină mărimea tensiunii de conturnare. Pentru un anumit grad de murdărire este necesară o lungime minimă de linie de fugă pe kV de tensiune de serviciu.

3. Pentru conturnarea prin efluvii cu arc premergător staționar, linia de fugă singură nu este determinată. Cînd linia de fugă este prost utilizată, tensiunea de conturnare pentru o aceeași formă de izolator poate fi mai mică decît fără arc premergător staționar.

4. După criteriul conturnărilor prin efluvii fără arc premergător staționar, posibile la toate izolatoarele pentru linii aeriene, dimensionarea izolatoarelor se face neapărat pe baza liniei de fugă. În anumite împrejurări, adică la forma defavorabilă a izolatorului și proasta utilizare a liniei de fugă, această dimensionare nu este suficientă.

A. S.

CZ 621.315.62.027.718.001.41

Încercările izolatoarelor de înaltă tensiune. [După Kläy H.: Elektrizitätsverwertung **36** (1961), 1, 1—5, 12 fig.]

Concentrarea cîmpului electric joacă un rol important în ceea ce privește proprietățile dielectrice ale izolatoarelor de înaltă tensiune. La izolatoarele mari efluviile pot fi împiedicate prin inele de gardă, care nu ameliorează însă sensibil repartiția inegală a potențialului de-a lungul izolatorului.

În privința condițiilor mecanice, se ating astăzi eforturi de 25 t în cazul sarcinilor suspendate, atît pentru izolatoarele cu cap și tijă, cît și pentru izolatoarele bară. Pentru izolatoarele de susținere sînt curente eforturi de rupere de la 400—800 kg. În cazul corpului cu formă complicată, metoda fotoelastică permite determinarea efoturilor de tracțiune și de compresiune în material.

Încercarea cu ultrasunete are, de asemenea, o mare importanță pentru izolatoare. Această încercare constă din trimiterea în izolatoare a unui puternic fascicul de impulsuri sonore foarte concentrat, care este reflectat în locurile cu neomogenități. Viteza sunetului constituie în acest caz o indicație asupra calității materialului.

La încercarea la șoc (impact), solicitările de scurtă durată ale porțelanului date de șocuri de scurtă durată sînt înregistrate prin mărci și vizualizate oscilografic.

A. S.

CZ 621.315.613.1+616.9

Izolanți pe bază de hîrtie de mică și de siliconi. [După H. H. Pärsch: Deutscher Export-Elektrotechnik (1960), 4, 44—45, 3 fig.]

Pentru fabricarea hîrtiei de mică, aceasta este fărîmată în solzi care sînt aglomerați cu un liant și apoi prelucrați pe o mașină continuă în forma unor foi continue. Acestea se obțin prin presarea mai multor coli de hîrtie de mică cu un liant, care poate fi șelac, lac siliconic sau, în curs de experimentare, rășina epoxidică. Acest material se numește novomicanit. Cu o intercalare simplă sau dublă de țesătură din fire de sticlă se obțin izolanți flexibili din hîrtie de mică numiți novomicaflex, cu liant de lac siliconic. Acest material se încadrează în clasa de izolație H. Se mai fabrică un material din celuloză și hîrtie de mică, novomicafolin, pentru clasa B. Produsele de hîrtie de mică prezintă variații de grosime mult mai mici decît produsele din spărturi de mică și de aceea se prelucrează mai ușor. Novomicanitul de încălzire, făcut cu liant anorganic, se utilizează la corpuri de încălzire.

Producția de materiale izolante pe bază de siliconi, începută ca și cea de materiale din mică în anul 1956, constă din stratificate pe bază de siliconi, benzi izolante și tuburi. Materialele stratificate cu țesătură groasă de sticlă sau de azbest se numesc Glasil G sau Aspasil.

Ele se utilizează la fabricarea mașinilor și aparatelor electrice solicitate termic.

A. S.

621.317 *Măsurări electrice*

CZ 621.317.734

Un ohmmetru cu gamă largă pentru laborator. [După Kher V. G., Lokre V.L.: J. sci. industr. Res. **19 A** (1960) 11, 550—555, 4 f.g., 2 tab., 6 ref.]

S-a proiectat un ohmmetru la a cărei construcție sînt folosite piese curente în laboratoare. Aparatul permite măsurări rapide și precise. Rezistențele între 300 Ω și $1{,}5.10^7$ Ω sînt măsurate pe o scară neliniară cu o toleranță de 2%; pe o scară liniară se măsoară rezistențele între 10^{-3} și 40 Ω cu o toleranță de 0,5% și cele între 40 și 320 Ω cu toleranța de 10%. Se poate măsura pe o gamă totală de $10^{-4} - 5.10^8$ Ω. Cîteva aplicații importante ale acestui ohmmetru sînt: trierea rapidă a rezistențelor, măsurarea rezistenței de pierderi a condensatoarelor electrolitice, încercarea izolației rețelei la tensiuni peste 300 V și determinarea omogenității unei mostre dintr-un minereu semiconductor.

A. S.

CZ 621.319.4 : 621.317.728

Condensatoare cu vid utilizate pentru măsură. [După H. Suhr: Elektrotechn. Z.—A. **81** (1960) 26, pag. 949—950, 3 fig.]

Condensatoarele cu vid se utilizează de obicei pentru punțile de măsură în care caz trebuie ecranate; ele se pot însă folosi ca elemente ale divizoarelor de tensiune, pentru măsurarea tensiunii de vîrf, în care caz ecranarea nu este necesară. Construcția prezintă avantajul unei dependențe relativ foarte mici a factorului de pierderi cu frecvența, pentru limitele de 50—300 Hz. În lucrare se dă dependența capacității și factorului de pierdere pentru tensiuni cuprinse între 0 și 18 kV.

P. B.

Cronică

Cursurile de ştiinţă şi tehnică
Semestrul II 1961

Cursurile organizate de Casa Oamenilor de Ştiinţă a Academiei R.P.R. s-au axat în semestrul II 1961, ca şi în semestrele anterioare, pe cicluri care se referă la domenii din disciplinele fizico-matematice şi tehnice sau la probleme de anvergură la a căror rezolvare corespunzătoare ştiinţa trebuie să-şi dea contribuţia.

În electroenergetică, care cuprinde şi domeniul electrotehnicii, s-au desfăşurat trei cicluri care s-au concentrat asupra unor astfel de probleme:

1. Supratensiuni atmosferice în liniile de înaltă tensiune.
2. Metodica de proiectare a micromaşinilor.
3. Metode moderne de calcul în studiul sistemelor electroenergetice.

Din celelalte cicluri care au contingenţe cu electrotehnica, amintim:

4. Probleme de semiconductoare.
5. Cibernetica.
6. Automatica.
7. Sinteza automatelor finite.

Se constată că aceste din urmă cicluri se referă la *domenii* tehnico-ştiinţifice, cursurile privind probleme diferite.

1. *În ciclul de supratensiuni atmosferice*, care interesează exploatarea sistemelor electroenergetice, s-au expus cursurile:

1.1. Principii de coordonare a izolaţiei, de dr. ing. Aurel Avramescu, membru corespondent al Academiei R.P.R., în care s-a expus evoluţia recentă a principiilor de coordonare a izolaţiei, tendinţa de trecere la două nivele, reducerea degresivă a izolaţiei transformatoarelor şi structura noului proiect de standard romînesc.

1.2. Supratensiuni atmosferice induse în liniile electrice aeriene, de conf. Gleb Drăgan, cand. în ştiinţe tehnice, în care, pe baza teoriei, s-au analizat undele de supratensiune ce apar la căderea trăsnetului în apropierea unei linii de înaltă tensiune, extinzîndu-se consideraţiile teoretice cunoscute pînă în prezent.

1.3. Comportarea liniilor electrice de 110 kV la supratensiuni atmosferice, de ing. Popa Badea, care se referă la stabilirea numărului specific de declanşări pe an şi 100 km de linie în funcţie de indicele keraunic şi de dispoziţia mijloacelor de protecţie.

2. În ciclul de *proiectarea micromotoarelor* s-au ţinut cursurile:

2.1. Proiectarea servomotoarelor bifazate de ing. Alexandru Fransua, cand. în ştiinţe tehnice, motoare a căror metodică de proiectare s-a dedus din ecuaţiile fundamentale electromagnetice. Aceste motoare, aplicîndu-se mai ales în montajele de automatizare, comportarea lor trebuie să fie predeterminabilă.

2.2. Proiectarea tahogeneratoarelor, de ing. Constantin Bălă, cand. în ştiinţe tehnice, care s-a referit la calculul de dimensionare a tahigeneratoarelor de curent continuu, utilizate în schema de automatizare la măsurarea exactă a turaţiilor.

2.3. Proiectarea selsinelor, de ing. Mihail Bărgăoanu, în care se dă o nouă metodă practică de dimensionare a acestor maşini de transmiterea poziţiei unui ax.

3. În ciclul *metodelor moderne de calcul în studiul sistemelor electroenergetice*, s-a ţinut cursul: Utilizarea statisticii matematice în studiul calităţii energiei electrice.

Cum variaţiile de puteri cerute sînt mărimi aleatorii, drept criterii pentru aprecierea reglajului tesiunii şi frecvenţei se recomandă indicii integrali de calitate stabiliţi experimental sau deduşi prin calcule stochastice. Se arată cum însăşi determinarea caracteristicilor sistemului se poate face experimental aplicînd metodele statistice.

Participarea la cursuri a fost variabilă, depinzînd în mare măsură de mobilizarea care s-a făcut. Se constată că afişele mari nu au eficacitatea necesară şi în consecinţă secretariatul ar trebui să se concentreze asupra programelor semestriale format A5, în schimb să pregătească şi să difuzeze afişe individuale la instituţiile interesate.

A. A.

Arhitectura în R.P.R.

În Sala Dalles — renovată şi încadrată în sistemul blocului de locuinţe terminat de curînd, s-a deschis în Bucureşti expoziţia „Arhitectura în R.P.R.". Organizată şi deschisă în cinstea celei de a 40-a aniversări a partidului, expoziţia prezintă un interesant şi vast material ilustrativ constînd din fotografii şi machete. Expoziţia reuşeşte să ne înfăţişeze în imagini sugestive, în condiţii optime, opera de construcţie şi reconstrucţie a ţării desfăşurată în anii puterii populare sub îndrumarea efectivă a Partidului Muncitoresc Romîn.

Expoziţia întruneşte realizările din ramura construcţiilor în cele mai variate domenii: sistematizări urbane, construcţii industriale, săteşti şi regionale, cum şi numeroase proiecte în curs de execuţie sau prevăzute a fi executate în anii viitori.

Prezentarea clădirilor de locuit, a căminelor, a şcolilor, fabricilor şi uzinelor, instituţiilor de tot felul, a obiectivelor pentru transporturi şi pentru sport, reprezintă în mod grăitor realizările sistemului nostru arhitectural şi de construcţii, care reflectă întru totul preocupările şi tipul oraşelor şi satelor noastre de tip nou, construcţii ale regimului democrat popular, ale socialismului victorios.

În cadrul expoziţiei pot fi văzute şi obiectivele realizate în anii puterii populare pentru industria electrotehnică. Printre acestea se numără uzinele „Electroputere" — Craiova, hala nouă construită de curînd la Combinatul metalurgic — Reşiţa, Centrala hidroelectrică — Stejarul şi altele.

Prin vizitarea expoziţiei „Arhitectura în R.P.R.", inginerii şi tehnicienii au în faţa lor un bogat material documentar şi instructiv despre realizările obţinute în ţara noastră în domeniul construcţiilor şi arhitecturii.

Expoziții în București

În luna mai a.c. au fost organizate mai multe expoziții tehnice în București. Ele au prezentat un interes deosebit atît pentru ingineri și tehnicieni, cît și pentru marele public bucureștean. Exponatele prezentate în cadrul acestor expoziții au marcat uncle aspecte ale tehnicii noi și realizări de seamă în diverse sectoare industriale.

Expoziția tehnică cehoslovacă

În sălile reprezentanței comerciale a R.S. Cehoslovace din București, a fost prezentată — în cea de-a doua decadă a lunii mai — o interesantă expoziție tehnică. Fiind axată pe prezentarea aparatelor de măsură, termotehnice, electronice, de automatizare și control, în cadrul expoziției s-au prezentat ultimele realizări tehnice ale industriei cehoslovace în aceste domenii. Majoritatea exponatelor care au fost văzute sînt produse ale uzinei de automatizare a industriei ZPA din Praga și ale întreprinderii naționale Tesla din Brno.

Printre aparatele prezentate în cadrul expoziției remarcăm aparatul de măsurare a nivelului, a debitului, a căldurii, a mărimilor fizice și chimice, precum și aparatele de măsură electronice, produse ale întreprinderii Tesla din Brno și Krizik din Praga. Astfel, au fost expuse aparate de control al apei de alimentare, al aburului din cazane, de măsurare a conținutului de sare din apă etc. În grupa aparatelor înregistratoare de căldură s-a aflat un aparat simplu și mic, care montat pe radiatoarele caloriferelor din locuințe, înregistrează în kcal relative consumul de căldură din încăperile locuite. Dintre aparatele de mică mecanizare menționăm termostatele, regulatoarele pentru semnalizarea și reglarea căldurii în cuptoarele electrice, aparatele de reglat presele folosite în industria materialelor plastice, cu ajutorul cărora se evită rebuturile etc.

În cadrul expoziției au mai fost prezentate aparate pneumatice de reglaj de joasă presiune de 0,2—1 atmosferă, regulatoare de comandă pentru trecerile presiunii, servomotoare electrice pentru comandarea ventilelor, aparate ale sistemului presiunilor înalte de 0,7—3,5 atmosfere etc.

Pentru vizitatori, un interes deosebit a stîrnit microscopul electronic de masă BS 240 A, cu o capacitate maximă de mărire de ordinul 1 : 30 000. Avînd un gabarit foarte mic, acest microscop este unul dintre cele mai mici microscoape de acest gen realizate pînă în prezent în lume.

Expoziția industrială austriacă

Expoziția industrială austriacă, organizată în București în prima jumătate a lunii mai, s-a caracterizat printr-un conținut pronunțat industrial și totodată, variat.

Cuprinzînd circa 50 standuri și un număr însemnat de exponate din sectoarele industriale, cu o gamă largă de produse, în cadrul expoziției au fost prezente un număr mare de firme austriace, reprezentate prin specialiști care au stat la dispoziția publicului vizitator, dînd relații și informații tehnice corespunzătoare cu privire la exponate.

Cele 84 firme producătoare din Austria, care au expus produsele lor în cadrul expoziției, s-au remarcat îndeosebi prin: aparate pentru industria chimică, centrale telefonice, diferite tipuri de motoare electrice, aparate electrice, diferite strunguri și alte mașini de așchiat, mașini agricole, autocisterne, autofrigidere, aparate de laborator, utilaje și materiale de construcții, utilaje pentru industria vinului, materiale radiotehnice etc.

În tot timpul cît a durat expoziția, au fost organizate și o serie de conferințe tehnice care au fost apreciate de specialiștii tehnici din țara noastră.

Expoziția industrială franceză

Tot în luna mai, la București, în pavilionul de expoziții al R.P.R., a fost organizată expoziția industrială franceză, la care au participat în acest an 50 de firme franceze reprezentînd peste 150 de fabricanți cu o gamă foarte variată de materiale și utilaje tehnice, începînd cu cel mai mic model de microscop și pînă la mașina de frezat de 12 t.

În cadrul expoziției au fost expuse peste 60 tipuri de mașini-unelte din industriile mecanice, diferite produse ale industriei electrotehnice și electronice, aprate și instrumente de măsură și de precizie, instalații, aparataj și instrumente chirurgicale moderne, aparate cinematografice și de fotografiat, utilaje pentru construcții, mașini textile, mașini și utilaje agricole, automobile etc.

Vizitatorii expoziției au apreciat încă o dată înaltul nivel tehnic al variatelor produse expuse, iar specialiștii tehnici s-au interesat de performanțele realizate la diferitele tipuri de mașini și aparate.

V. Gh.

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ȘT. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Metalurgiei și Construcțiilor de Mașini. Editor: Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția și Administrația: București, Str. Ion Ghica, nr. 3. Telefon 13 57 28 — 14 06 24. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît și privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30. Prețul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor ASIT, precum și la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicațiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, București. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2. — c. 1907

MŰSZAKI KÖNYVTÁR OSZTÁLYOS 1883

SOMMAIRE

CD 621.3 : 061.3(100)

Rădulet R. : **Commission Electrotechnique Internationale. La réunion générale annuelle tenue à New Delhi, 30 oct. — 12 nov. 1960.**

Electrotechnica **9** (1961) 6, 185—190

CD 538.53 : 621.313.3

Marinescu M. : **L'hystérésis électromécanique — un nouveau procédé de transformation de l'énergie électrique en travail mécanique. Applications à la réalisation de certains types nouveaux de moteurs électriques.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 191—200

L'auteur montre qu'un électro-aimant du type solénoïdal, alimenté en courant ondulé, peut fonctionner comme moteur au mouvement alternatif, synchrone, à une fréquence égale à la moitié de la fréquence du courant d'alimentation. L'entrée en synchronisme s'effectue automatiquement ; le facteur de puissance d'un pareil moteur peut être unitaire et même capacitif. Le rendement en est, de même, élève. Ce moteur n'a pas d'enroulement sur l'armature mobile, ni des contacts entre les parties fixes et les parties mobiles. La puissance mécanique moyenne qu'il développe est due au fait que les forces électromagnétiques appliquées à l'armature peuvent être non seulement d'attraction (centripètes) mais aussi — dans certaines conditions — de répulsion (centrifuges).

Cette nouvelle propriété des forces électromagnétiques qui constituent la base physique du nouveau processus énergétique qui se produit dans ces moteurs est une conséquence du fait que la fonction représentant la variation de l'inductance de la bobine, avec la position de l'armature en état dynamique, est une courbe non-univoque, ce qui se traduit par le déphasage du flux par rapport au courant.

CD 621.313.045.13 : 621.312.002.2.

Lăzăroiu F. : **Machines électriques aux enroulements réalisés à base de circuits imprimés.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 201—213

Après avoir rappelé les principes généraux d'une machine électrique aux circuits imprimés, l'auteur décrit les types principaux de pareilles machines réalisées ces dernières années à savoir : machines à courant continu, synchrones, asynchrones, convertisseurs. Il expose la méthodologie de calcul fondée sur les lois de la similitude en y ajoutant un exemple de calcul. Il tire les conséquences qui s'imposent pour assurer la base technico-matérielle de ce genre de fabrication dans notre pays.

CD 621.317.382 : 632 : 621.314.2

Fränkel D., De Sabata I., Heler A., Lebovics E. : **La mesure de la puissance dans la bobine secondaire des grands transformateurs à souder, par l'emploi de l'effet Hall dans les semiconducteurs.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 213—216

L'auteur présente une méthode de mesurer la puissance active dans la bobine secondaire des transformateurs à souder par l'emploi d'un transducteur Hall en InSb. Il analyse les erreurs ainsi que les moyens de les réduire. Il communique les résultats des essais expérimentaux affectés d'erreurs rapportées en desous de 1,5%.

COMPTES-RENDUS, 216
DOCUMENTATION, 217—218
CHRONIQUE, 219—220

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.3 : 061.3 (100)

Rădulef R. : **Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC). Die allgemeine jährliche Tagung in New Delh 30 Oct. — 12 Nov. 1960.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 185—190

DK 538.53 : 621.313.3.

Marinescu M. : **Die elektromechanische Hysteresis — ein neues Verfahren zur Umwandlung elektrischer Energie in mechanische Arbeit.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 191—200

Es wird nachgewiesen, dass mit Wellen-Strom gespeister ein solenoidaler Elektromagnet als Motor mit synchron hin-und hergehender Bewegung der halben Frequenz der Erregerspannung arbeiten kann. Die Synchronisierung erfolgt selbsttätig. Der Leistungsfaktor eines solchen Motors kann gleich eins und sogar kapazitiv sein, wobei gleichzeitig ein guter Wirkungsgrad erreicht wird. Der Anker besitzt keine Wicklung, auch fehlen die Kontakte zwischen den festen und beweglichen Teilen. Die durchschnittliche mechanische Leistung, ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass die dem Anker aufgeprägten elektromagnetischen Kräfte nicht nur anziehend (zentripet) sondern auch abstossend (zentrifugal) wirken können. Diese neue Eigenschaft der elektromagnetischen Kräfte, welche die physikalische Grundlage des neuen energetischen Prinzips bildet, das in diesem Motor zur Geltung kommt, ist der Tatsache zuzuschreiben, dass der Verlauf der Induktivitätsschwankung der Wicklung mit der Ankerbewegung, keine eindeutige Kurve darstellt, was in der Phasenverschiebung des Flusses gegenüber der Spannung zum Ausdruck kommt.

DK 621.313.045.13 : 621.312.002.2

Lăzăroiu F. : **Elektrische Maschinen mit gedruckten Wicklungen.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 201—213

Nach einer Darlegung der allgemeinen Grundlagen der elektrischen Maschinen mit gedruckter Schaltung, werden die wichtigsten Arten solcher, in den letzten Jahren hergestellten Gleichstrom-, Asynchron-, und Umformer-Maschinen beschrieben. Ferner wird auf Grund der Ähnlichkeitsgesetze, ein Berechnungsverfahren abgeleitet und ein Berechnungsbeispiel angeführt. Sodann werden die notwendigen Schlüsse zur Sicherstellung der technisch-wirtschaftlichen Grundlage der Fabrikation in unserem Lande gezogen.

DK 621.317.382 : 632.621.314.2.

Fränkel D., De Sabota I., Heler A., Lebovics E. : **Das Messen des Kraftfeldes in der Sekundärwicklung von grossen Schweisstransformatoren, unter Anwendung des Hall-Effekts in Halbleitern.**

Electrotehnica **9** (1961) 6, 213—216

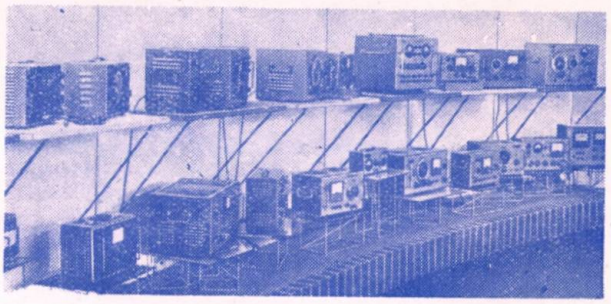
Es wird ein Messverfahren der Wirkleistung in der Sekundärwicklung von grossen Schweiss-Transformatoren beschrieben, wobei ein Hall-Umformer aus In-Sb verwendet wird. Die Versuchsergebnisse weisen Messfehler unter 1,5% auf.

BUCHBESPRECHUNGEN, 216

DOKUMENTATION, 217—218

CHRONIK, 219—220

„Elektrim"



FURNIZEAZĂ

pentru nevoile laboratoarelor aparataj polonez electronic și electric de măsură și control cu tehnicitate ridicată, de construcție modernă și mare precizie de execuție, comod în exploatare.

OFERIM:

Aparataj auxiliar de laborator ca:

Autotransformatoare reglabile
Stabilizatoare magnetice
Alimentări stabilizate
Divizori de tensiune
Compensatoare de laborator
Atenuatoare reglabile
Rezistențe cu decade etc.
Punți de măsură
Generatoare de măsură
Aparataj de masă pentru rezistențe și izolări
Voltmetre cu lămpi și galvanometre
Osciloscoape catodice
Amplificatoare de măsură
Etaloane electrice

Diferite aparate electronice de măsură, ca:

Aparate de măsură a distorsiunilor neliniare
Aparate de măsură a puterii la ieșire
Înregistratoare de timp
Comutatoare electronice
Q — metre
Undametre
Aparate de măsură pentru tranzistoare și alte aparate

Documentare tehnică detaliată și oferte comerciale se trimit la cerere adresată direct la

Societatea polonă cu responsabilitate limitată pentru comerțul exterior de echipament electrotehnic

„Elektrim"

WARSZAWA 2, RUE CZACKIEGO 15/17, POLOGNE
TÉLÉGRAMMES: ELEKTRIM—WARSZAWA
TÉLÉPHONE: 6.62.71 – TELEX. 10415 – BOÎTE POSTALE: 254

TITLURI DOCUMENTARE

621.3.064 RUPEREA CURENTULUI

CZ 621.3.014.32 : 621.314.21 : 681.14

Christoffel, M., Kuster, A. :

Metodă care permite determinarea cu ajutorul unui calculator numeric a eforturilor electrodinamice care acționează asupra înfășurărilor transformatoarelor la scurtcircuit. Rev. Brown Boveri **47** (1960) 5—6, 321—328, 6 fig.

CZ 621.3.064.2 : 621.3.024

Buchner, Co. :

Ruperea scurtcircuitelor de curent continuu cu disjunctoare rapide sau siguranțe. Bull. Oerlikon (1960) 340, 68—77, 11 fig., 12 ref.

CZ 621.3.064.1 : 621.315.1

Baltensperger, P., Ruoss, E. :

Defectul kilometric în rețelele de înaltă tensiune. Rev. Brown Boveri **47** (1960) 5—6, 329—339, 13 fig.

621.313 MAȘINI ELECTRICE

CZ 621.332.047.2

Jakovenko, A. V. :

Calculul creșterii fluxului de comutație pentru variații bruște de sarcină. Elektricestvo **81** (1960) 3, 36—39, 5 fig., 5 ref.

CZ 621.313.322

Vilesov, V. D., Rabinin, A. I. :

Alegerea parametrilor principali ai circuitelor de excitarea generatoarelor sincrone cu autoexcitație. Elektricestvo **81** (1960) 5, 20—24, 4 fig. 5 ref.

CZ 621.313.333 — 758

Würgler, U.H. : **Noi motoare asincrone capsulate conform recomandațiilor C.E.I.** Rev. Brown Boveri, **47** (1960) 3, 119—124, 6 fig.

621.314.2 TRANSFORMATOARE DE MĂSURĂ

CZ 621.314.224.8.024

Hanke, G. :

Noi serii de transductoare de măsură pentru curent continuu. Rev. Brown Boveri, **47** (1960) 10/11, 769—775, 10 fig. 4 ref.

621,315.6 MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.613.1.015.51

Andrianov, K. A., Volkov, A. V., Hvalikovschii, V.A. :

Despre natura rigidității dielectrice a izolației din materialele pe bază de mică. Elektricestvo **81** (1960) 9, 72—81, 5 fig. 4 tab. 5 ref.

CZ 621.315.2 : 620.193.7

Silec, M. :

Protecția cablurilor electrice contra coroziunii cu ajutorul unui complex sticlă, bitum. Revue Gén. Electr. **70** (1961) 2, 93—99, 6 fig.

CZ 621.315.61 : 621.3.114 — 744 : 621.316.1

Haldimann, R., Richon, E. :

Material izolant pentru posturile de înaltă tensiune de interior. Bull. Ass. Suisse Electrs., **52** (1961) 4, 121—126, 11 fig., 9 ref.

621.316 DISTRIBUȚIA ENERGIEI ELECTRICE

CZ 621.316.232

Kramer, K. :

Stații de transformare mobile. Elektric R.D.G. **14** (1960) 2, 63—67, 7 fig.

CZ 621.316.925 ; 621.313.333

Diehl, H. :

Noi dispozitive de protecție a motoarelor cu relee termice. AEG-Mitt. **50** (1960) 5, 228—231, 5 fig.

621.316.5 ÎNTRERUPTOARE

CZ 62.316.57.064.241

Stettner, H. :

Întreruptoare de protecție în aer de tip L, cu contacte din material durabil. AEG-Mitt. **50** (1960) 50, 206—209, 6 fig. 2 ref.

CZ 621.316.57.027.3

Hochrainer, A. :

Disjunctoare cu mare putere de rupere la scurtcircuit. Elektrotechn. Z. (ETZ) **81** (1960) 25, 874—881, 22 fig. 9 ref.

CZ 621.316.57.064.34

Eideli, L.Z. :

Dispozitiv pentru măsurarea curentului rezidual la întreruptoare. Elektricestvo **81** (1960) 108, 48—52, 8 fig., 5 ref.

CZ 621.316.545.027

Schick, W. :

Separatoare de înaltă tensiune de dimensiuni mici. AEG-Mitt. **50** (1960) 5, 200—204, 6 fig.

CZ 621.316.52.027.2

Szepesi, E. :

Tendințe noi în proiectarea întreruptoarelor de joasă tensiune, Elektrotehnika, **53** (1960) 4, 162—167, 12 fig. 11 ref.

621.317 MĂSURĂRI ELECTRICE

CZ 621.317.31/32 : 538.632

Mazurov, M. E., Prodnikov, I. N. :

Măsurarea curenților continui și alternativi cu ajutorul efectului Hall. Izmerit. Lehniko, U.R.S.S. (1960) 7, 45—46. 4 fig. 2 ref.

CZ 621.317.791

Klos, Z. :

Aparat universal de măsurat Metro-Unimet. Sdelovaci Techn. R.C.S. **VIII** (1960) 8, 282—287, 9 fig. 7 tab. 8 ref.

621.318 INDUCTANȚE

CZ 621.318.423.014.322 : 518.3

Lurie, M.I. :

Metodă nomografică pentru calculul crestelor de curent în circuite neliniare cu bobine de reactanță. Vestn. elektropromsti, U.R.S.S. **31** (1960) 7, 56—61, 5 fig.

CZ 621.318.423.014.33

Hu-Tsa-ya, Subenko, A.V. :

Procesele tranzitorii în amplificatoarele magnetice cu sarcina activ inductivă în circuitul curentului redresat. Elektricestvo **81** (1960) 10, 35—41, 6 fig.

CZ 621.318.57 : 621.316.7

Weitbrecht, W. :

Comenzile fără contacte în industrie. Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **81** (1960) 25, 889—895, 10 fig. 2 tab. 14 ref.

632.319.4 CONDENSATOARE

CZ 621.319.4.621.37

Stephanides, H. :

Legile și cauzele producerii oscilațiilor în condensatoare prin undele de șoc și curenți de înaltă frecvență. Elektrotechn. u. Masch.-Bau **77** (1960) 6, 253—261, 5 fig. 1 tab.

621.34 ACȚIONĂRI ELECTRICE

CZ 621.34 : 621.313.333 : 621.944

Pleskov, V.I., Magazinik, G.G. :

Folosirea acționării asincrone la laminare. Elektricestvo **81** (1960) 10, 31—35, 5 fig. 7 ref.

CZ 621.34 : 621.313.33 : 621.944

Drujinin, M.N. :

Bazele fizice ale acționării electrice cu mai multe motoare ale laminoarelor de table continue. Elektricestvo **81** (1960) 10, 27—31, 4 fig. 3 ref.

CZ 621.34.001.57 : 621 — 52

Rudakov, V.U., Mamedov, M.U., Egorov, A.V., Vlasova, D.O. :

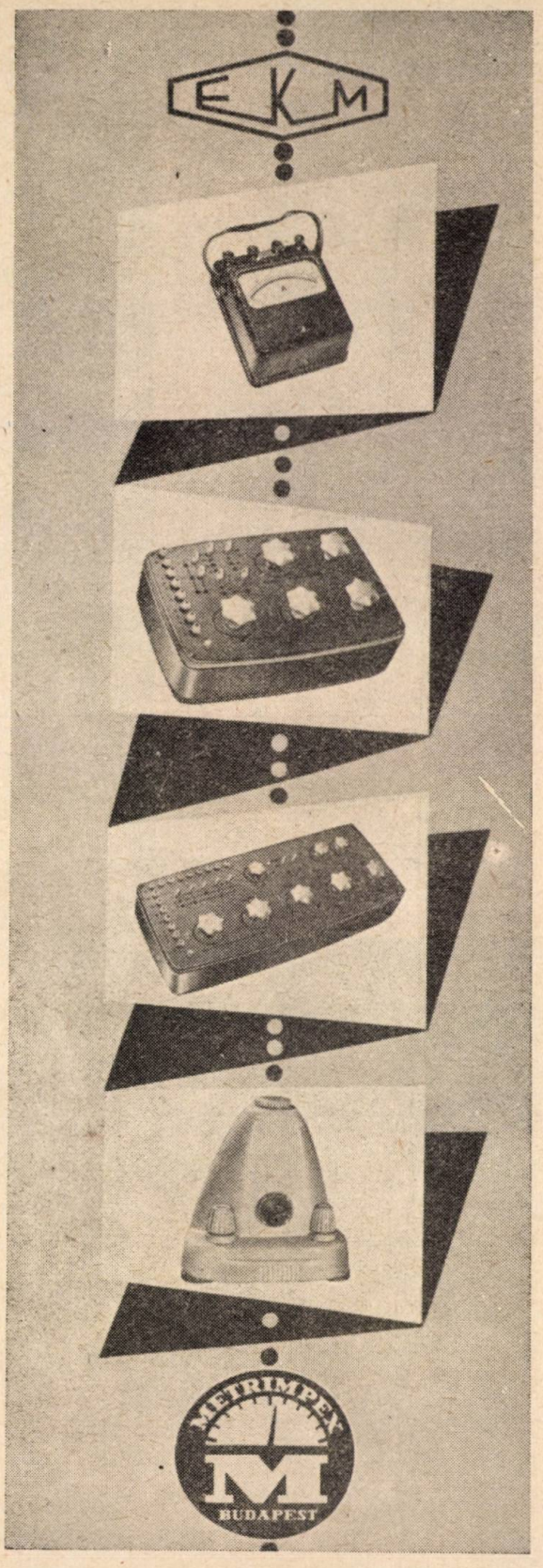
Model electrodinamic pentru studierea sistemelor de automatizare a dispozitivelor electrice de acționare. Vestnik Elektropromîșlenosti **31** (1960) 9, 55—60, 7 fig. 4 ref.

CZ 681.142 — 523.8 : 621.313.2

Sinelnikov, E.M. :

Folosirea mașinilor de calcul cu funcționarea continuă pentru studiul comutației mașinilor de curent continuu. Elektromehanika (1960) 10, 58.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR · OMSZ · 1889



APARATE DE MĂSURAT TRANSPORTABILE

Ampermetre şi voltmetre magnetoelèctrice (típ HDA respectiv HDV) de la 100 μA pînă la 10 A, respectiv de la 3 V pînă la 6C0 V. Pentru curent alternativ (tip HDwA) cu redresor cu cuproxid de la 10 mA pînă la 500 mA.

Pentru tensiune alternativă (tip HDwA) de la 7,5 V pînă la 600 V.

Voltmetre electromagnetice (tip HLV) de la 75 V pînă la 520 V.

Ampermetre (tip HLA) de la 0,5 A pînă la 20 V.

Wattmetre electrodinamice (tip HEW) şi cosfimetre (tip HEO) de la 110 V 1,5 A pînă la 600 V5 A.

Punţi de măsurare, compensatoare şi galvanometre pentru măsurări de laborator de înaltă precizie.

Punţi duble (Thomson) pentru măsurarea rezistenţelor mici (tip YT). Limite de măsurare: de la 10^{-4} pînă la $10^{3}\Omega$.

Punţi Wheatstone pentru măsurarea rezistenţelor mari (tip IW). Limite de măsurare: de la 1 pînă la $10^{7}\Omega$.

Compensatoare cu trei circuite de curent şi compensatoare Feussner pentru măsurări de curenţi şi tensiuni (tip YK). Limite de măsurare: de la 1 pînă la 1500 V.

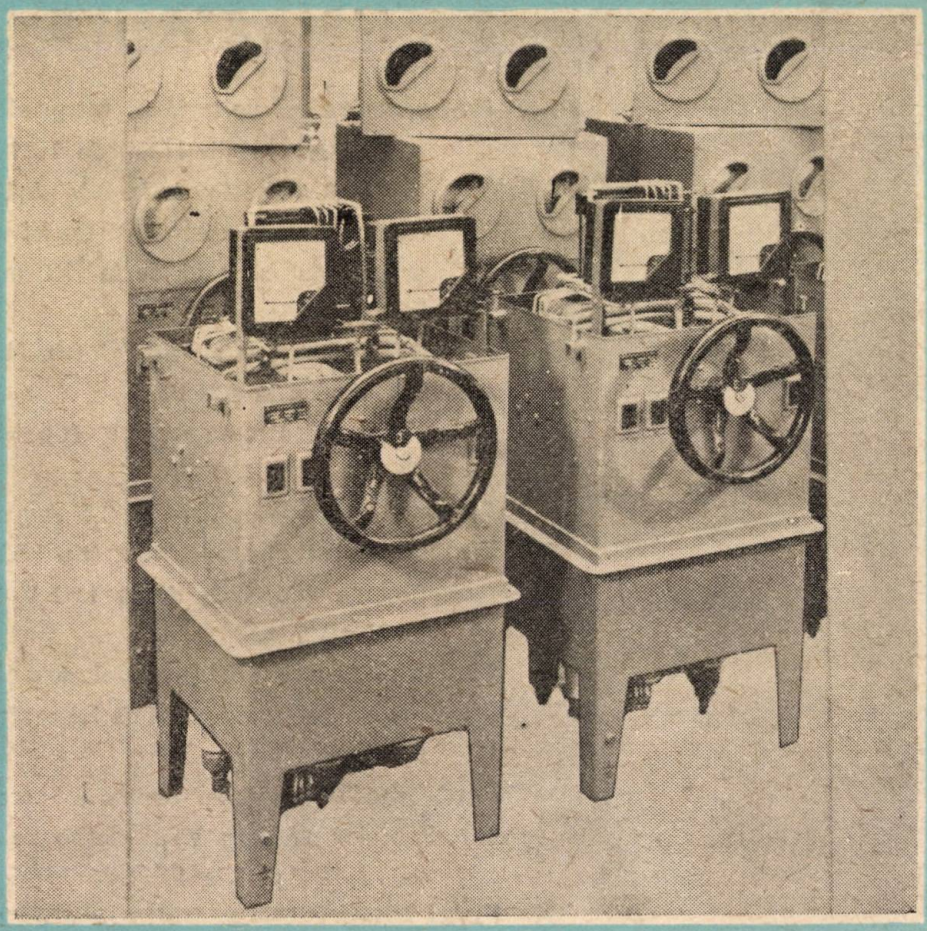
Galvanometre cu oglindă GT-1 de la $5x10^{-8}$ A pînă la $1x10^{-9}$ A, cu transformator cu reţea montat separat în dispozitivul de proiecţie.

Export

METRIMPEX

ÎNTREPRINDERE UNGARĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE PRODUSE ALE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa poştală: Budapesta 62 ● Căsuţa poştală 202 Ungaria ● Adresa telegrafică: **INSTRUMENT BUDAPESTA**



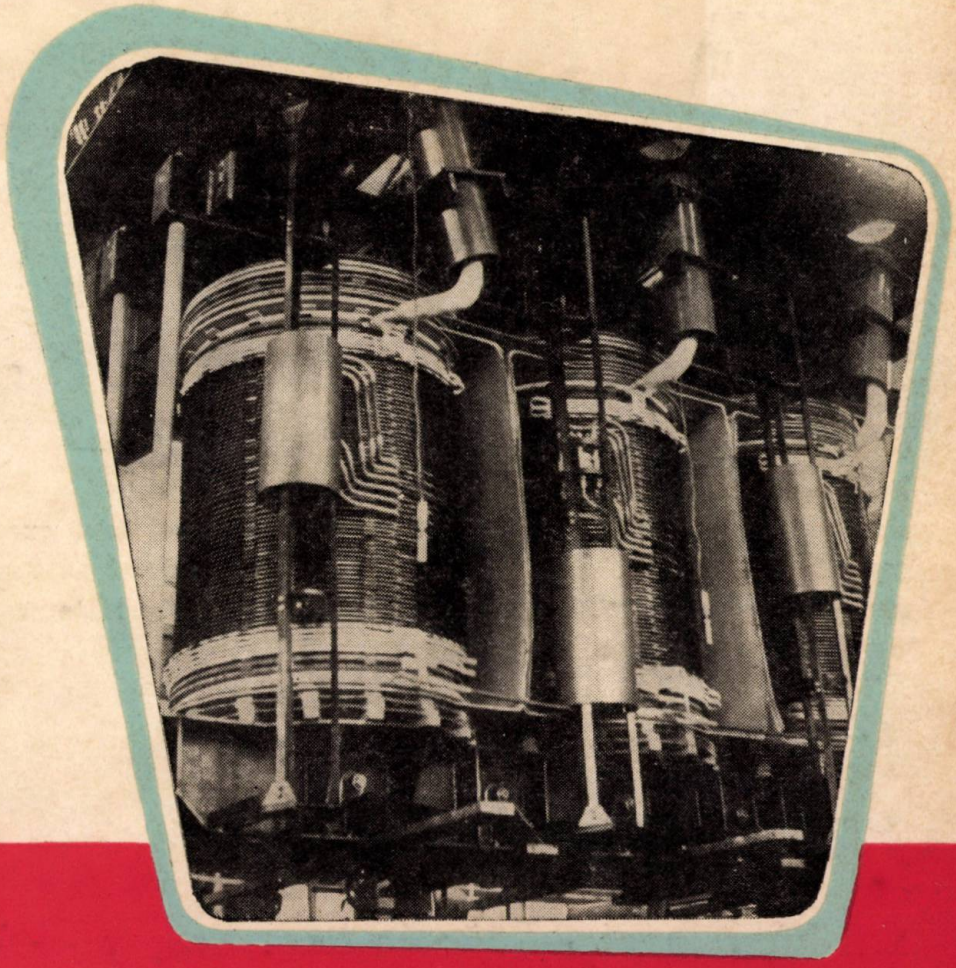
E 2040

R

KAT

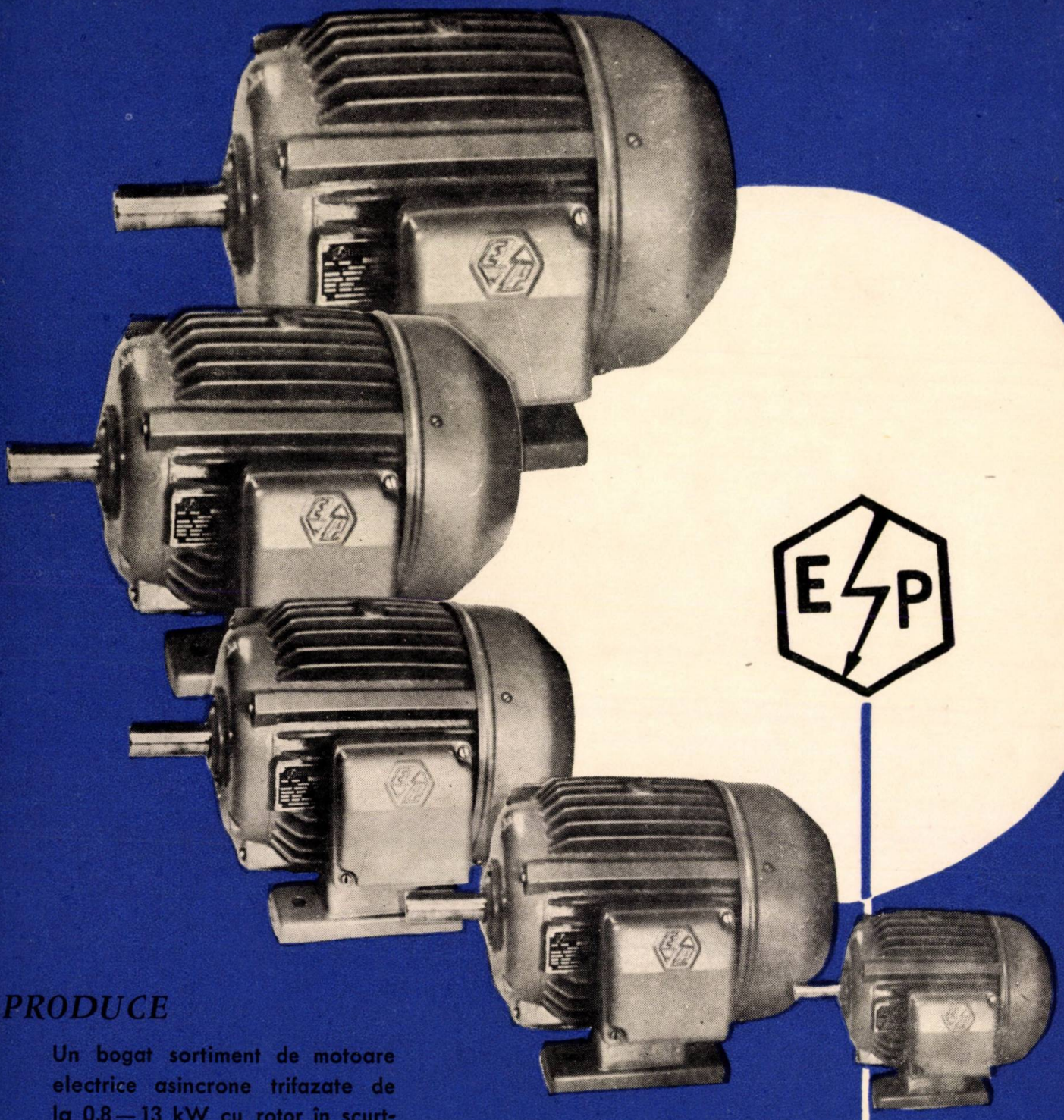
ELECTROTEHNICA

REFERALVA



7

Electrotehnica — Bucureşti ★ Anul 9 ★ nr. 7 ★ p. 221—260 ★ iulie 1961



PRODUCE

Un bogat sortiment de motoare electrice asincrone trifazate de la 0,8 — 13 kW cu rotor în scurt-circuit, cu turație de la 1 000 — 3 000 rot/min. Motoarele sînt executate în clasa E de izolație, protecție P_{33}, caracterizate prin indici energetici ridicați ca randament, factor de putere și caracteristici de pornire superioare. Se utilizează în toate ramurile industriei: antrenarea mașinilor-unelte, pompe, ventilatoare etc.

UZINA

ELECTROPRECIZIE

Oficiul raional — Săcele Reg. Brașov — Telefon 45.54

ELECTROTEHNICA

nul 9 nr. 7 iulie 1961

CUPRINS

621.314.2.012.8 ·045.53

ntoniu S. I. : **Circuitul echivalent al transformatorului cu ei bobinaje**

ectrotehnica **9** (1961) 7, 221—227

În rețelele electrice moderne, transformatorul cu trei obinaje ocupă un loc din cele mai importante, atît din punct vedere energetic, făcînd joncțiunea între trei rețele cu nsiuni diferite, cît și din punct de vedere al protecției și nihilării armonicii trei. Autorul dă o metodă generală de nstruire a circuitului echivalent al unui asemenea transfor- ator și, în același timp, o metodă simplă de calcul a curenților re circulă în cele trei bobinaje ale transformatorului ; metoda tă poate fi generalizată în transformatoarele cu oricîte obinaje. Un exemplu numeric ilustrează metoda.

621.313.333.2 :621.312.001.14

erbereanu Alex. : **Probleme de proiectare în elaborarea noii rii unitare de motoare electrice asinerone**

etrotehnica **9** (1961) 7, 228—236

Se prezintă principiile și lucrările care au stat la baza proiec- rii și introducerii în fabricație a gabaritelor 8 și 9 din noua rie unitară de motoare asincrone din R.P.R., arătîndu-se oziția lor față de prescripțiile CEI și CAER și se justifică rametrii prescriși și soluțiile constructive alese. Sînt expuse, asemenea, rezultatele încercărilor asupra modelelor experi- entale, cu descrierea soluțiilor noi, atît de calcul cît și de nstrucție, adoptate în vederea realizării mașinilor. În con- uzie se prezintă compararea greutății specifice a motoarelor i cu cea a vechii serii și se schițează programul lucrărilor itoare în vederea extinderii seriei la gabaritul 10 și la vari- tele uzuale constructive.

621.316.925.44

uhulescu M. : **Eficacitatea protecției prin relee bimetalice**

ctrotehnica **9** (1961) 7, 236—244

Se prezintă condițiile pe care trebuie să le îndeplinească eele bimetalice în scopul asigurării unei protecții eficace. ntru exemplificare se prezintă diferite situații ivite în ploatarea motoarelor și tipul de relee bimetalice indicat ntru fiecare caz în parte. Articolul permite cititorului să se enteze just în alegerea unei protecții corespunzătoare.

621.311.061.3.CIGRE „1960"

x x : Lucrările celei de-a 18-a sesiuni a Conferinței inter- ționale a marilor rețele electrice (Paris, iunie 1960)

ctrotehnica **9** (1961) 7, 244—246

crările Grupelor Electrotehnice, 247

621.313.32

upa 11. **Generatoare**, 248—249

621.314.2

upa 12. **Transformatoare**, 249—251

621.316.57

upa 13. **Întreruptoare**, 251—253

621.315.2

upa 21. **Cabluri**, 253—254

621.316.62

upa 25. **Izolatoare**, 254—255

ROMÂNICĂ, 255

OCUMENTARE, 256—260

Fotografia de pe coperta I reprezintă diferite înfășurări pen
transformatoare realizate la uzinele „Electroputere" — Craiova, iar fotogra
de pe coperta a IV-a reprezintă un motor asincron antigrizutos de 8 kW
1 500 rot/min, construit la fabrica de mașini electrice „Klement Gottwald"
București.

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 7 București, iulie 1961

Circuitul echivalent al transformatorului cu trei bobinaje

Ion S. Antoniu * — Bucureşti

Transformatorul cu trei bobinaje stă din nou în centrul preocupărilor de cînd s-a făcut propunerea de a reduce puterea în bobinajul al treilea în triunghi.

Autorul exprimă o teorie proprie a transformatorului cu trei bobinaje, raportînd parametrii la un bobinaj fictiv a cărui reactanță proprie crește.

Metoda poate fi generalizată la n bobinaje.

CZ 621.314.2.012.8 :.045.53

Generalități

Transformatorul cu trei bobinaje are astăzi o largă răspîndire în rețelele electrice moderne. El este utilizat în general acolo unde, dintr-o rețea de transmitere de energie electrică de tensiune U trebuie alimentate simultan două rețele diferite avînd, respectiv, tensiunile U_2 și U_3 sau pentru realizarea interconectării dintre trei rețele de tensiuni diferite.

Fabricile noastre de transformatoare mari produc în mod curent astfel de aparate. Se poate spune chiar că de la o anumită putere în sus transformatoarele cu două înfășurări devin din ce în ce mai rare. Cu toate acestea în literatura tehnică curentă studiile rezervate transformatoarelor cu trei înfășurări nu pot fi considerate suficiente și mai ales pe măsura importanței pe care a căpătat-o azi transformatorul cu trei înfășurări. Este foarte ușor de presupus că de la transformatoarele cu trei înfășurări se poate ivi necesitatea unuia cu patru înfășurări.

Teoria, așa cum se folosește azi, pentru transformatoarele cu trei înfășurări se pretează mai greu la o generalizare, mai ales din punctul de vedere al schemei echivalente.

În lucrarea de față se caută o soluționare a problemelor transformatoarelor cu trei înfășurări, care va duce la elaborarea schemei echivalente cu posibilități de generalizare la transformatorul cu orice număr de bobinaje. Este necesară înainte o scurtă recapitulare a teoriei, care se presupune cunoscută.

Mersul în gol al unui transformator cu trei bobinaje este analog mersului în gol al unui transformator cu două bobinaje; transformatorul se alimentează pe la unul din bobinaje, celelalte două bobinaje fiind lăsate deschise.

În aceste condiții se determină rapoartele de transformare ale înfășurărilor care se definesc în același mod. Vom avea:

$$k_{12} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_{20}},$$

$$k_{13} = \frac{N_1}{N_3} = \frac{E_1}{E_3} \approx \frac{U_1}{U_{30}},$$

$$k_{23} = \frac{N_2}{N_3} = \frac{E_2}{E_3} \approx \frac{U_2}{U_{30}}.$$

Între aceste rapoarte de transformare avem relația evidentă:

$$k_{23} = \frac{k_{13}}{k_{12}}.$$

Numim bobinaj primar bobinajul care se leagă la rețeaua de înaltă tensiune (rețeaua de alimentare) celelalte două bobinaje fiind bobinajele secundare; bobinajul primar este în general astfel dimensionat încît puterea pe

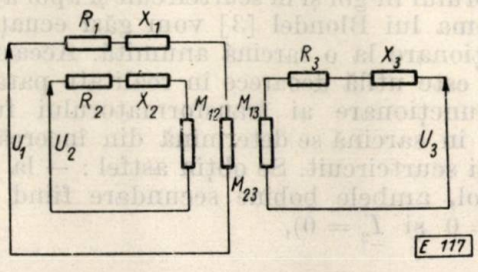


Fig. 1. Schema unui transformator cu trei bobinaje.

* Dr. ing. *I. S. Antoniu* este prof. la Institutul politehnic — București

care o absoarbe să fie egală cu suma puterilor debitate de bobinajele secundare.

Schema electrică a unui transformator cu trei bobinaje este mai complicată decît aceea a unui transformator cu două înfăşurări (fig. 1).

2. Ecuaţiile de funcţionare ale transformatorului cu trei bobinaje

Studiul unui transformator cu trei bobinaje se face raportînd două dintre bobinaje la unul din ele, luate ca înfăşurare de referinţă; în general, se raportează înfăşurările secundare la înfăşurarea primară. Se poate alege ca tensiune de referinţă şi o altă tensiune oarecare. În aceste condiţii vom avea:

— pentru bobinajul *2*,

$$R'_2 = k_{12}^2 R_2, \quad L'_2 = k_{12}^2 L_2 \text{ şi}$$

$$M'_{12} = \frac{N_1}{N_2} M_{12} = k_{12} M_{12};$$

— pentru bobinajul *3*,

$$R'_3 = k_{13}^2 R_3, \quad L'_3 = k_{13}^2 L_3 \text{ şi}$$

$$M'_{13} = \frac{N_1}{N_3} M_{13} = k_{13} M_{13}.$$

— În ceea ce priveşte inductanţa mutuală dintre bobinajele *2* şi *3*, aceasta trebuie raportată mai întîi la unul din aceste două bobinaje şi apoi la bobinajul primar. Se obţine.

$$M'_{23} = k_{12} k_{13} M_{23}.$$

Se presupune în plus că:

$$M_{12} = M'_{21}, \quad M'_{13} = M'_{31} \text{ şi } M'_{23} = M'_{32}.$$

Ecuaţiile de funcţionare ale transformatorului cu trei bobinaje se scriu deobicei direct [4,8]. Noi vom determina ecuaţiile transformatorului în gol şi în scurtcircuit şi apoi aplicînd teorema lui Blondel [3] vom găsi ecuaţiile de funcţionare la o sarcină anumită. Această metodă este utilă deoarece în realitate parametrii de funcţionare ai transformatorului funcţionînd în sarcină se determină din încercările în gol şi scurtcircuit. Se obţin astfel: — la mersul în gol, ambele bobine secundare fiind în gol ($\underline{I}'_2 = 0$ şi $\underline{I}'_3 = 0$),

$$\left.\begin{aligned} \underline{U}_{10} &= R_1 \underline{I}_{10} + j\omega L_1 \underline{I}_{10}, \\ -\underline{U}'_{20} &= j\omega M'_{12} \underline{I}_{10}, \\ -\underline{U}'_{30} &= j\omega M'_{13} \underline{I}_{10}; \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

— la mersul în scurtcircuit, ambele bobine secundare fiind legate în scurtcircuit ($\underline{U}'_2 = 0$ şi $\underline{U}'_3 = 0$),

$$\left.\begin{aligned} \underline{U}_{1sc} &= R_1 \underline{I}_{1sc} + j\omega L_1 \underline{I}_{1sc} + j\omega M'_{12} \underline{I}'_{2sc} + \\ &\quad + j\omega M'_{13} \underline{I}'_{3sc}, \\ 0 &= j\omega M'_{12} \underline{I}_{1sc} + R'_2 \underline{I}'_{2sc} + j\omega L'_2 \underline{I}'_{2sc} + \\ &\quad + j\omega M'_{23} \underline{I}'_{3sc}, \\ 0 &= j\omega M'_{13} \underline{I}_{1sc} + j\omega M'_{23} \underline{I}'_{2sc} + R'_3 \underline{I}'_{3sc} + \\ &\quad + j\omega L'_3 \underline{I}'_{3sc}. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

— adunînd acum ecuaţiile (1) cu ecuaţiile (2), ecuaţie cu ecuaţie, şi ţinînd seama că, în conformitate cu teorema lui Blondel:

$$\underline{U}_{10} + \underline{U}_{1sc} = \underline{U}_1 \text{ şi } \underline{I}_{10} + \underline{I}_{1sc} = \underline{I}_1,$$

iar prin definiţie:

$$\underline{U}'_{20} = \underline{U}'_2, \quad \underline{U}'_{30} = \underline{U}'_3, \quad \underline{I}'_{2sc} = \underline{I}'_2 \text{ şi } \underline{I}'_{3sc} = \underline{I}'_3,$$

se obţin cunoscutele ecuaţii de funcţionare ale transformatorului cu trei înfăşurări într-un regim oarecare:

$$\left.\begin{aligned} \underline{U}_1 &= R_1 \underline{I}_1 + j\omega L_1 \underline{I}_1 + j\omega M'_{12} \underline{I}'_2 + \\ &\quad + j\omega M'_{13} \underline{I}'_3, \\ -\underline{U}'_2 &= j\omega M'_{12} \underline{I}_1 + R'_2 \underline{I}'_2 + j\omega L'_2 \underline{I}'_2 + \\ &\quad + j\omega M'_{23} \underline{I}'_3, \\ -\underline{U}'_3 &= j\omega M'_{13} \underline{I}_1 + j\omega M'_{23} \underline{I}'_2 + R'_3 \underline{I}'_3 + \\ &\quad + j\omega L'_3 \underline{I}'_3. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

La acest sistem de ecuaţii trebuie să adăugăm şi ecuaţia forţelor magnetomotoare:

$$\underline{I}_{1\mu} = \underline{I}_1 + \underline{I}'_2 + \underline{I}'_3. \quad (4)$$

3. Reactanţele de dispersii echivalente ale celor trei bobinaje [16]

Reluînd ecuaţiile de funcţionare în scurtcircuit ale transformatorului, scăzînd ecuaţia a doua din prima şi ţinînd seama de relaţia (4), în care presupunem neglijabil curentul de magnetizare la mersul în gol ($\underline{I}_{1\mu} = 0$), se obţine:

$$\underline{U}_{1sc} = R_1 \underline{I}_1 + j\omega (L_1 - M'_{12} - M'_{13} + M'_{23}) \underline{I}_1 - R'_2 \underline{I}'_2 - j\omega (L'_2 - M'_{12} + M'_{13} - M'_{23}) \underline{I}'_2.$$

Scăzînd apoi ecuaţia a treia din prima şi ţinînd seama de relaţia (4) în aceleaşi condiţii, se obţine:

$$\underline{U}_{1sc} = R_1 \underline{I}_1 + j\omega (L_1 - M'_{12} - M'_{13} + M'_{23}) \underline{I}_1 - R'_3 \underline{I}'_3 - j\omega (L'_2 + M'_{12} - M'_{13} - M'_{23}) \underline{I}'_3.$$

Expresiile:

$$L_{1d} = L_1 - M'_{12} - M'_{13} + M'_{23},$$

$$L'_{2d} = L'_2 - M'_{12} + M'_{13} - M'_{23},$$

$$L'_{3d} = L'_3 + M'_{12} - M'_{13} - M'_{23},$$

se numesc *inductanțele echivalente de dispersii* ale bobinajelor *1,2* și *3*.

Acestor inductanțe le corespund *reactanțele echivalente de dispersii* ale bobinajelor *1,2* și *3* sub forma obișnuită:

$$X_1 = \omega L_{1d},\ X'_2 = \omega L'_{2d} \text{ și } X'_3 = \omega L'_{3d}.$$

4. Circuitul echivalent al transformatorului cu trei bobinaje

Pentru a stabili circuitul echivalent al unui transformator cu trei bobinaje să stabilim în prealabil următoarea *teoremă*: Fiind date două circuite m și n, având respectiv N_m și N_n spire, cuplate magnetic și așezate pe un miez de fier, pentru care se poate neglija curentul de magnetizare la mersul în gol, reactanța mutuală a celor două bobinaje, având o reactanță proprie foarte mare, $k_m^2\, x$ și respectiv $k_n^2\, x$, poate fi reprezentată prin expresia:

$$k_m k_n \left(x - \frac{1}{2} X'_{mn} \right). \qquad (5)$$

în care X'_{mn} este *reactanța echivalentă de scurtcircuit* a celor două bobinaje raportată la un bobinaj de referință având o reactanță x foarte mare și un număr de spire N_s.

În expresia (5):

$$k_m = \frac{N_m}{N_s} \text{ și } k_n = \frac{N_n}{N_s};$$

iar

$$X'_{mn} = \frac{X_{mn}}{k_m^2}, \qquad (6)$$

în care X_{mn} este reactanța de scurtcircuit a bobinajului m cînd bobinajul n este în scurt circuit*.

Fie x reactanța proprie a bobinajului de referință, presupusă foarte mare;

$k_m^2 x$ — reactanța proprie a bobinajului m;

$k_n^2 x$ — reactanța proprie a bobinajului n;

$k_m k_n\, x$ — reactanța mutuală *ideală* a bobinajelor m și n, corespunzătoare unui cuplaj perfect al acestora;

$k_m k_n (x - \xi)$ reactanța mutuală reală a bobinajelor m și n, corespunzătoare cuplajului real al acestora;

ξ este o reactanță a cărei valoare urmază a fi determinată.

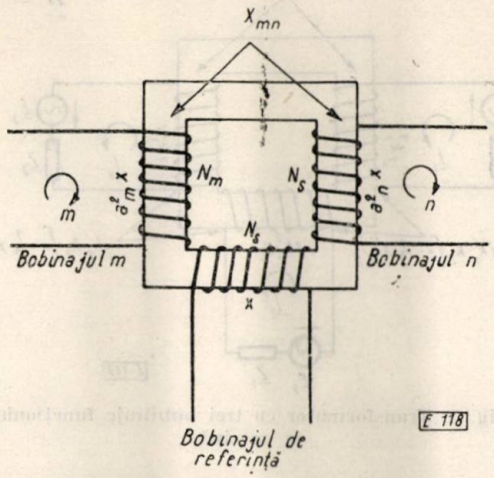


Fig. 2. Circuite cuplate magnetic.

Aplicînd cea de a doua teoremă a lui Kirchhoff celor două circuite date, din care al doilea este în scurtcircuit (fig. 2), se obține:

$$\underline{U}_m = \mathrm{j} k_m^2\, x\, \underline{I}_m + \mathrm{j} k_m k_n (x - \xi)\, \underline{I}_n,$$

$$0 = \mathrm{j} k_m k_n (x - \xi)\, \underline{I}_m + k_n^2\, x\, \underline{I}_n.$$

Scoțînd valoarea lui $\underline{I}_n$ din a doua ecuație și introducînd-o în prima se obține:

$$\underline{U}_m = \mathrm{j} \left[k_m^2\, x - \frac{k_m^2 k_n^2 (x-\xi)^2}{k_n^2 x} \right] \underline{I}_m.$$

Reactanța de scurtcircuit a bobinajului m cînd bobinajul n este în scurtcircuit este deci

$$X_{mn} = \lim_{x \to \infty} \left[k_m^2\, x - \frac{k_m^2 k_n^2 (x-\xi)^2}{k_n^2 x} \right] = 2 k_m^2\, \xi,$$

de unde rezultă:

$$\xi = \frac{1}{2} \frac{X_{mn}}{k_m^2} = \frac{1}{2} X'_{mn}$$

și deci reactanța mutuală a celor două bobinaje va fi:

$$k_m k_n \left(x - \frac{1}{2} X'_{mn} \right).$$

Fie acum un transformator cu trei bobinaje funcționînd în sarcină (fig. 3), în care reactanțele

* Teorema presupune că sensul care străbate diversele bobinaje este același în raport cu miezul transformatorului; în caz contrar, semnul elementelor de cuplaj trebuie schimbat.

de dispersiuni şi cele mutuale sînt raportate la un bobinaj de referinţă, cu reactanţă x foarte mare (tinzînd către infinit) şi avînd N_s spire.

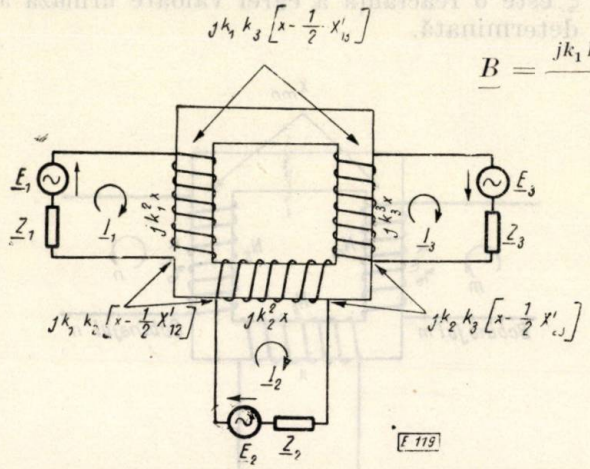


Fig. 3. Transformator cu trei bobinaje funcţionînd în sarcină.

Aplicînd cea de a doua teoremă a lui Kirchhoff celor trei circuite ale transformatorului, se găseşte :

$$\underline{E}_1 = (\underline{Z}_1 + \mathrm{j}k_1^2 x)\,\underline{I}_1 + \mathrm{j}k_1 k_2\left(x - \frac{1}{2}X'_{12}\right)\underline{I}_2 + \mathrm{j}k_1 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{13}\right)\underline{I}_3,$$

$$\underline{E}_2 = jk_1 k_2\left(x - \frac{1}{2}X'_{12}\right)\underline{I}_1 + (\underline{Z}_2 + \mathrm{j}k_2^2 x)\underline{I}_2 + jk_2 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{23}\right)\underline{I}_3,$$

$$\underline{E}_3 = \mathrm{j}k_1 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{13}\right)\underline{I}_1 + jk_2 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{23}\right)\underline{I}_2 + (\underline{Z}_3 + \mathrm{j}k_3^2 x)\underline{I}_3 .$$

Eliminînd între aceste ecuaţii pe $\underline{I}_3$, se găseşte :

$$\left.\begin{aligned}\underline{U}_1 &= \underline{A}\,\underline{I}_1 + \underline{B}\,\underline{I}_2,\\ \underline{U}_2 &= \underline{B}\,\underline{I}_1 + \underline{C}\,\underline{I}_2\end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

în care :

$$\underline{U}_1 = \frac{(\underline{Z}_3 + jk_3^2 x)\underline{E}_1 - jk_1 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{13}\right)\underline{E}_3}{\underline{Z}_3 + jk_3^2 x},$$

$$\underline{U}_2 = \frac{(\underline{Z}_3 + jk_3^2 x)\,\underline{E}_2 - jk_2 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{23}\right)\underline{E}_3}{\underline{Z}_3 + jk_3^2 x},$$

$$\underline{A} = \frac{(\underline{Z}_1 + jk_1^2 x)(\underline{Z}_3 + jk_3^2 x) - j^2 k_1^2 k_3^2\left(x - \frac{1}{2}X'_{13}\right)^2}{\underline{Z}_3 + jk_3^2 x},$$

$$\underline{B} = \frac{jk_1 k_2\left(x - \frac{1}{2}X'_{12}\right)(\underline{Z}_3 + jk_3^2 x) - jk_2 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{23}\right)\cdot jk_1 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{13}\right)}{\underline{Z}_3 + jk_3^2 x},$$

$$\underline{C} = \frac{(\underline{Z}_2 + jk_2^2 x)(\underline{Z}_3 + jk_3^2 x) - j^2 k_2 k_3\left(x - \frac{1}{2}X'_{23}\right)^2}{\underline{Z}_3 + jk_3^2 x}.$$

Făcînd pe x să tindă către infinit şi calculînd limitele corespunzătoare, se obţine :

$$\lim_{x\to\infty}\underline{U} = \underline{E}_1 - \frac{k_1}{k_3}\underline{E}_3,$$

$$\lim_{x\to\infty}\underline{U} = \underline{E}_2 - \frac{k_2}{k_3}\underline{E}_3,$$

$$\lim_{x\to\infty}\underline{A} = \underline{Z}_1 + \frac{k_1^2}{k_3^2}\underline{Z}_3 + jk_1^2 X'_{13},$$

$$\lim_{x\to\infty}\underline{B} = \frac{k_1 k_2}{k_3^2}\underline{Z}_3 + jk_1 k_2\,\frac{1}{2}\,[-X'_{12} + X'_{23} + X'_{13}].$$

$$\lim_{x\to\infty}\underline{C} = \underline{Z}_2 + \frac{k_2^2}{k_3^2}\underline{Z}_3 + jk_3^2 X'_{23}.$$

Introducînd aceste valori în ecuaţiile (7) se obţine :

$$\left.\begin{aligned}\underline{E}_1 - \frac{k_1}{k_3}\underline{E}_3 &= \left(\underline{Z}_1 + \frac{k_1^2}{k_3^2}\underline{Z}_3 + jk_1^2 X'_{13}\right)\underline{I}_1 + \left[\frac{k_1 k_2}{k_3^2}\underline{Z}_3 + jk_1 k_2\cdot\frac{1}{2}(-X'_{12} + X'_{23} + X'_{13})\right]\underline{I}_2,\\ \underline{E}_2 - \frac{k_2}{k_3}\underline{E}_3 &= \left[\frac{k_1 k_2}{k_3^2}\underline{Z}_3 + jk_1 k_2\cdot\frac{1}{2}(-X'_{12} + X'_{23} + X'_{13})\right]\underline{I}_1 + \left(\underline{Z}_2 + \frac{k_2^2}{k_3^2}\underline{Z}_3 + jk_2^2 X'_{23}\right)\underline{I}_2.\end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Împărţind prima relaţie cu k_1 şi cea de-a doua cu k_2 se obţine :

$$\frac{\underline{E}_1}{k_1} - \frac{\underline{E}_3}{k_3} = \left(\frac{\underline{Z}_1}{k_1^2} + \frac{\underline{Z}_3}{k_3^2} + jX'_{13}\right)k_1\underline{I}_1 + \left[\frac{\underline{Z}_3}{k_3^2} + j\,\frac{1}{2}(-X'_{12} + X'_{23} + X'_{13})\right]k_2\underline{I}_2,$$

$$\frac{\underline{E}_2}{k_2} - \frac{\underline{E}_3}{k_3} = \left[\frac{\underline{Z}_3}{k_3^2} + j\,\frac{1}{2}(-X'_{12} + X'_{23} + X'_{13})\right]k_1\underline{I}_1 + \left(\frac{\underline{Z}_2}{k_2^2} + \frac{\underline{Z}_3}{k_3^2} + jX'_{23}\right)k_2\underline{I}_2,$$

sau

$$\left.\begin{aligned} \underline{E}'_1 - \underline{E}'_3 &= (\underline{Z}'_1 + \underline{Z}'_3 + jX'_{13})\,\underline{I}'_1 + \\ &+ \left[\underline{Z}'_3 + j\frac{1}{2}(-X'_{12} + X'_{23} + X'_{13})\right]\underline{I}'_2, \\ \underline{E}'_2 - \underline{E}'_3 &= \left[\underline{Z}'_3 + j\frac{1}{2}(-X'_{12} + X'_{23} + \right. \\ &\left. + X'_{13})\right]\underline{I}'_1 + (\underline{Z}'_2 + \underline{Z}'_3 + jX'_{23})\,\underline{I}'_2, \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

care reprezintă ecuațiile transformatorului cu trei bobinaje în unități relative, toate mărimile fiind raportate la tensiunea de referință. Ecuațile (8) ne permit să construim circuitul echivalent al transformatorului cu trei bobinaje, fie în forma din figura 4, fie în forma din figura

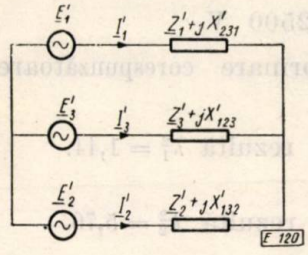


Fig. 4. Circuitul echivalent al transformatorului cu trei bobinaje (varianta *1*).

5, cele două scheme fiind identice, a doua schemă fiind mai utilizată. În aceste scheme, reactanțele figurate sînt date de relația (11), care se deduce imediat; de asemenea, pentru a figura sarcina transformatorului în secundarele sale, este suficient a se înlocui forțele electromotoare respective prin căderea de tensiune în sarcină:

$$\underline{E}'_s = \underline{Z}'_s \underline{I}_s \cdot \quad (S = 2,3).$$

Observații. 1. În mod obișnuit se consideră circuitul echivalent al transformatorului numai circuitul stea delimitat cu linie punctată în

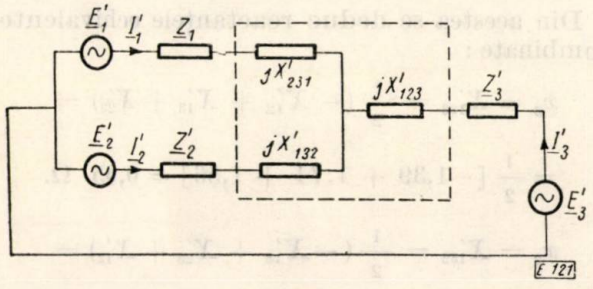


Fig. 5. Circuitul echivalent al transformatorului cu trei bobinaje (varianta *2*).

figura 5, la care se conectează uneori pe bobinajul *1* o derivație la pămînt de impedanță $\underline{Z}_0$ care corespunde absorbției curentului de magnetizare $\underline{I}_{\mu 1}$ la mersul în gol (fig. 6) [2].

Dacă se neglijează curentul de magnetizare la mersul în gol, atunci se ia $\underline{Z}_0 = \infty$ și impedanța respectivă dispare din schemă.

2. Metoda indicată poate fi folosită la construirea schemei echivalente a unui transfor-

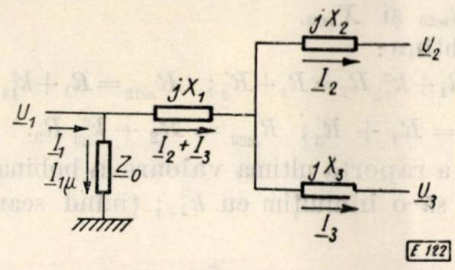


Fig. 6. Circuitul echivalent al transformatorului cu trei bobinaje (varianta *3*).

mator cu N bobinaje. În acest caz se iau $N-1$ circuite independente la care diversele impedanțe, exprimate în unități relative, sînt:

$$\left.\begin{aligned} \underline{Z}'_{hh} &= \underline{Z}'_h + \underline{Z}'_N + jX'_{hN} \\ \underline{Z}'_{hk} &= \underline{Z}'_N + jX'_{hkN} \end{aligned}\right\} \quad (10)$$

unde

$$X'_{hkN} = \frac{1}{2}\left[-X'_{hk} + X'_{hN} + X'_{kN}\right], \quad (11)$$

$\underline{Z}'_{hh}$ fiind impedanța proprie a bobinajului h, $\underline{Z}'_{hk}$ fiind impedanța mutuală dintre bobinajele h și k, X'_{hN} fiind definit de relația (6) și $N = 1,2, \ldots, N$.

Tensiunile aplicate sînt:

$$\underline{E}'_{hh} = \underline{E}'_h - \underline{E}'_N, \quad (12)$$

iar curentul respectiv este:

$$\underline{I}'_h = \underline{k}_h \underline{I}_h. \quad (13)$$

Urmînd raționamentul făcut pentru transformatorul cu trei bobinaje, relațiile (10), (12) și (13) dau posibilitatea construirii circuitului echivalent al unui transformator cu N bobinaje.

5. Determinarea elementelor circuitului echivalent [1,6]

Ca și în cazul transformatorului cu două bobinaje, elementele circuitului echivalent se determină cu ajutorul încercărilor de mers în gol și în scurtcircuit. La încercarea de mers în gol se determină elementele componente ale impedanței $\underline{Z}_0$.

Încercarea de scurtcircuit constă din trei probe distincte și anume:

a) transformatorul este alimentat pe la bobinajul *1* și are bobinajul *2* în scurtcircuit și bobinajul *3* deschis; se determină mărimile R_{sc12} și X_{sc12};

b) transformatorul este alimentat pe la bobinajul *1* și are bobinajul *2* deschis și bobinajul *3* în scurtcircuit; se determină R_{sc13} și X_{sc13};

c) transformatorul este alimentat pe la bobinajul *2* (sau *3*) și are bobinajul *3* (sau *2*) în scurtcircuit și bobinajul *1* deschis; se determină R_{sc23} și X_{sc23}.

Se obține:

$$R_{sc12} = R_1 + k_{12}^2 R_2 = R_1 + R_2'; \quad R_{sc13} = R_1 + k_{13}^2 R_3 = R_1 + R_3'; \quad R_{sc23} = R_2 + k_{23}^2 R_3.$$

Pentru a raporta ultima valoare la bobinajul *1*, trebuie să o înmulțim cu k_{12}^2; ținînd seama de relația:

$$k_{23} = \frac{k_{13}}{k_{12}},$$

se obține:

$$k_{12}^2 R_{sc23} = R_{sc23}' = k_{12}^2 R_2 + k_{13}^2 R_3 = R_2' + R_3'.$$

Determinînd din aceste valori rezistențele respective raportate la bobinajul *1* se găsește:

$$R_1 = \frac{1}{2}(R_{sc12} + R_{sc13} - R_{sc23}'),$$

$$R_2' = \frac{1}{2}(R_{sc23}' + R_{sc12} - R_{sc13}) = k_{12}^2 R_2,$$

$$R_3' = \frac{1}{2}(R_{sc13} + R_{sc23}' - R_{sc12}) = k_{13}^2 R_3.$$

În același mod se găsesc și reactanțele de scurtcircuit raportate la bobinajul *1*.

6. Aplicație numerică

Fie să se determine circuitul echivalent al unui transformator cu trei bobinaje reprezentat

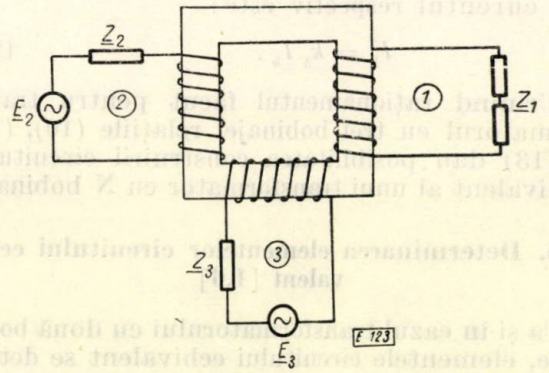


Fig 7. Transformator cu trei bobinaje funcționînd cu sarcina numai pe unul din bobinaje.

în figura 7 și avînd tensiunile nominale la borne (raportul de transformare) 3000/6000/15000 V.

Transformatorul funcționează alimentînd o rețea a cărei sarcină este echivalentă cu impedanța:

$$\underline{Z}_1 = 25 + j\ 15\ \Omega,$$

legată la bornele bobinajului *1* de 3000 V; el este alimentat prin celelalte două bobinaje de la două rețele diferite, pe care le leagă în paralel cu tensiunile:

$$\underline{U}_2 = 6300 + j\ 0\ \text{V},$$

pe la bobinajul *2* și cu:

$$\underline{U}_3 = 15300 + j\ 0\ \text{V},$$

la bobinajul *3*.

Impedanțele proprii ale celor trei bobinaje și reactanțele de scurtcircuit respective, determinate prin măsurători, sînt:

Bobinajul *1*: impedanța cuprinsă în impedanța de sarcină, $X_{12} = 2\ \Omega$

Bobinajul *2*: $\underline{Z} = 0 + j\ 10\ \Omega$ $X_{23} = 9\ \Omega$

Bobinajul 3: $\underline{Z} = 0 + j\ 50\ \Omega$ $X_{13} = 2{,}5\ \Omega$.

Luînd o tensiune de referință arbitrară,

$$U_0 = 2500\ \text{V},$$

raporturile de transformare corespunzătoare sînt:

$$k_1 = \frac{3\,000}{2\,500} = 1{,}2, \quad \text{rezultă} \quad k_1^2 = 1{,}44.$$

$$k_2 = \frac{6\,000}{2\,500} = 2{,}4, \quad \text{rezultă} \quad k_2^2 = 5{,}76.$$

$$k_3 = \frac{15000}{2\,500} = 6{,}0, \quad \text{rezultă} \quad k_3^2 = 36{,}00.$$

Reactanțele de scurtcircuit echivalente noii tensiuni de referință sînt date de relația (6); se găsește:

$$X_{12}' = \frac{X_{12}}{k_1^2} = \frac{2{,}0}{1{,}44} = 1{,}39\ \Omega,$$

$$X_{23}' = \frac{X_{23}}{k_2^2} = \frac{9{,}0}{5{,}76} = 1{,}56\ \Omega.$$

$$X_{13}' = \frac{X_{13}}{k_1^2} = \frac{2{,}5}{1{,}44} = 1{,}74\ \Omega.$$

Din acestea se deduc reactanțele echivalente combinate:

$$x_3 = X_{123}' = \frac{1}{2}(-X_{12}' + X_{13}' + X_{23}') =$$

$$= \frac{1}{2}[-1{,}39 + 1{,}74 + 1{,}56] = 0{,}95\ \Omega.$$

$$x_2 = X_{132}' = \frac{1}{2}(-X_{13}' + X_{23}' + X_{12}') =$$

$$= \frac{1}{2}[-1{,}74 + 1{,}56 + 1{,}39] = 0{,}61\ \Omega.$$

$$x_1 = X_{231}' = \frac{1}{2}(-X_{23} + X_{12}' + X_{13}') =$$

$$= \frac{1}{2}[-1{,}56 + 1{,}39 + 1{,}74] = 0{,}78\ \Omega.$$

Avem apoi:

$$\underline{E}'_h = \frac{\underline{E}_h}{k_h} \text{ și } \underline{Z}'_h = \frac{\underline{Z}_h}{k_h^2}; \text{ de unde rezultă:}$$

$$\underline{E}'_1 = 0;$$

$$\underline{E}'_2 = \frac{6\,300}{2{,}4} = 2625 \text{ V}; \quad \underline{E}'_3 = \frac{15\,300}{6} = 2550 \text{ V};$$

$$\underline{Z}'_1 = \frac{25 + \text{j } 15}{1{,}44} = 17{,}36 + \text{j } 10{,}41 \ \Omega;$$

$$\underline{Z}'_2 = \frac{\text{j } 10}{5{,}76} = \text{j } 1{,}74 \ \Omega; \quad \underline{Z}'_3 = \frac{\text{j } 50}{36} = 1{,}39 \ \Omega.$$

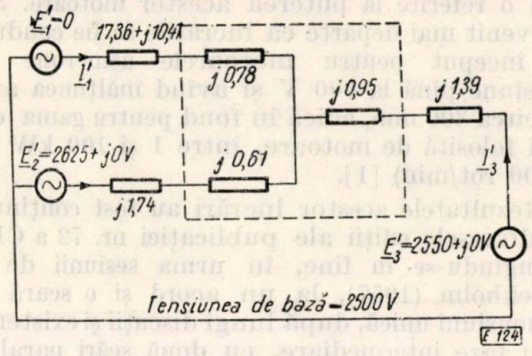


Fig. 8. Circuitul echivalent al transformatorului dat.

Aplicînd relațiile (10) și (12) se găsește:

$$\underline{Z}'_{11} = \underline{Z}'_1 + \underline{Z}'_3 + jX'_{13} = 17{,}36 + \text{j } 13{,}54 \ \Omega,$$

$$\underline{Z}'_{22} = \underline{Z}'_2 + \underline{Z}'_3 + jX'_{23} = 0 + \text{j } 4{,}69 \ \Omega,$$

$$\underline{Z}'_{12} = \underline{Z}'_3 + jX'_{123} = 0 + j\,2{,}34 \ \Omega,$$

$$\underline{E}'_1 - \underline{E}'_3 = -2625 \text{ V și } \underline{E}'_2 - \underline{E}'_3 = 75 \text{ V}.$$

Ecuațiile (9) ale transformatorului vor fi:

$$-2625 = (17{,}36 + \text{j } 13{,}54)\,\underline{I}'_1 + \text{j } 2{,}34\,\underline{I}'_2,$$

$$75 = \text{j } 2{,}34\,\underline{I}'_1 + \text{j } 4{,}69\,\underline{I}'_2,$$

care rezolvate dau:

$$\underline{I}'_1 = -101{,}77 + \text{j } 72{,}52 \text{ A},$$

$$\underline{I}'_2 = 50{,}78 - \text{j } 52{,}17 \text{ A},$$

$$\underline{I}'_3 = -(\underline{I}'_1 + \underline{I}'_2) = 50{,}99 - \text{j } 20{,}35 \text{ A}.$$

Curenții reali în bobinajele transformatorului vor fi:

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{I}'_1}{k_1} = -84{,}80 + \text{j } 60{,}43 \text{ A},$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{I}'_2}{k_2} = 21{,}16 - \text{j } 21{,}74 \text{ A},$$

$$\underline{I}_3 = \frac{\underline{I}'_3}{k_3} = 8{,}50 - \text{j } 3{,}39 \text{ A}.$$

Circuitul echivalent corespunzător este dat în figura 8.

Bibliografie

[1] *Antoniu, I.S.*: Chestiuni speciale de Electrotehnică. Ed. Academiei R.P.R. (1956), p. 165.

[2] *Fallou, J.*: Leçons d'électrotechnique générale, Paris (1939), p. 496.

[3] *Fallou, J.*: Les réseaux de transmission d'énergie. Paris (1935), p. 8.

[4] *Kostenko. M.P.*: Mașini electrice: Probleme speciale. Ed. Energetică de Stat (1955). Traducere din limba rusă.

[5] *Mauduit, A.*: Machines électriques, T.I. Paris (1931), p. 884.

[6] *Piotrovschi, L. M.*: Mașini electrice, Ed. Energetică de Stat (1953), p. 357–363.

[7] *Richardson, D.E.*: Electrical Network Calculations New-York (1946), p. 209.

[8] *Richter, R.*: Mașini electrice, vol. III, Transformatori. Ed. Tehnică, (1960). Traducere din limba germană.

Intrat în redacție la 12 ianuarie 1961

Probleme de proiectare în elaborarea noii serii unitare de motoare electrice asincrone

Alexandru Berberianu* – Bucureşti

Realizarea unei serii de motoare asincrone normale care, executate în condiţii superioare, să atingă nivelul internaţional şi să corespundă integral prescripţiilor CEI şi CAER, face din 1958 obiectul lucrărilor fabricilor de maşini electrice din R.P.R.

În cele de mai jos se arată principiile adoptate şi rezultatele obţinute de întreprinderea „Klement Gottwald", a căror cunoaştere este importantă atît pentru posibilităţile de generalizare a unor soluţii nou propuse, cît şi pentru faptul că este prima întreprindere care a fabricat gabaritele respective în cadrul ţărilor participante la CAER.

CZ 621.313.333.2 .621.312.001.14

Directivele celui de-al III-lea Congres al P.M.R. referitoare la introducerea tehnicii noi, urmate de Hotărîrea C.C. al P.M.R. şi a Consiliului de Miniştri al R.P.R. cu privire la ridicarea nivelului tehnic al producţiei, şi Directivele cu privire la criteriile întrecerii socialiste în cinstea aniversării a 40 ani de la înfiinţarea P.C.R. au precizat, în cadrul perspectivelor de dezvoltare a sectorului electrotehnic, liniile conducătoare pentru constructori în legătură cu asimilarea de noi maşini, sarcina principală fiind realizarea lor la cel mai înalt nivel. Pentru lucrările de asimilare a noii serii unitare de motoare asincrone normale, primul element îl constituie desigur cunoaşterea situaţiei producţiei de astfel de motoare pe scară internaţională.

1. Recomandări internaţionale

Încă de multă vreme, industria din toate ţările îşi exprimă dorinţa ca, cel puţin în domeniul motoarelor asincrone, cele mai des folosite în aproape toate domeniile de exploatare, să existe o unificare, permiţînd înlocuirea uşoară a unui motor de antrenare cu un altul, indiferent de marca lor. Pentru îndeplinirea acestui deziderat sînt două elemente care ar trebui acceptate de toate fabricile producătoare : gabaritul şi scara de puteri în care se execută maşinile, aşa încît fiecare firmă să producă aceleaşi puteri şi în aceleaşi gabarite.

Prezentînd o importanţă internaţională, lucrările de normalizare a gabaritelor şi de creare a unei scări unice de puteri au început încă din 1950, odată cu constituirea în cadrul Comitetului de Studii nr. 2 din CEI (Comisia Electrotehnică Internaţională) a unui subcomitet 2 b însărcinat cu aceasta.

Cum însă contradicţiile dintre interesele comerciale ale firmelor capitaliste erau prea puternice, fiecare producător înţelegînd să se adopte o serie de gabarite şi o scară de puteri la nivelul posibilităţilor sale, încă de la început s-a renunţat la ideea unei normalizări totale şi în consecinţă eficace, dîndu-se ca obiectiv subcomitetului de a realiza semimăsura obţinerii interschimbabilităţii motoarelor provenind de la diferiţi constructori din diferite ţări, fără nici o referire la puterea acestor motoare. S-a convenit mai departe ca lucrările să fie conduse la început pentru motoarele asincrone de tensiune pînă la 600 V şi avînd înălţimea axei de circa 300 mm, adică în fond pentru gama cea mai folosită de motoare, între 1 şi 100 kW (la 1 500 rot/min) [1].

Rezultatele acestor lucrări au fost conţinute în diversele ediţii ale publicaţiei nr. 72 a CEI, ajungîndu-se în fine, în urma sesiunii de la Stockholm (1957), la un acord şi o scară de dimensiuni unică, după lungi discuţii şi existenţa unei faze intermediare, cu două scări paralele (una metrică şi una în ţoli, ca rezultat al pretenţiilor ţărilor anglo-saxone).

Normalizarea adoptată se referă în principal la dimensiunile de montaj ale motoarelor fixate prin tălpi ; s-au stabilit 15 valori pentru înălţimi de axă H, variind între 56 şi 315 mm, la fiecare din aceste înălţimi corespunzînd o valoare fixă pentru C, distanţa dintre umărul capului liber de ax şi centrul primei găuri de fixare în direcţia longitudinală a maşinii, şi o valoare pentru distanţa A, dintre axele găurilor de fixare a maşinii în direcţia transversală. La aceeaşi înălţime de axă se prevăd una, două sau trei dimensiuni pentru distanţa B între axele găurilor longitudinale de fixare (pentru un număr corespunzător de lungimi de pachet) şi diametrul maxim K al găurilor de fixare. În acest mod, motoarele avînd aceeaşi înălţime de ax H, dar de lungimi B diferite, se pot înlocui numai prin schimbarea poziţiei celor două găuri din partea opusă antrenării. În ceea ce priveşte dimensiunile capului de ax, s-au fixat valori pentru diametrul şi lungimea sa şi s-au dus discuţii pentru alegerea valorii maximale a cuplului transmis în regim continuu ; cum gabaritele nu erau legate de puteri, nu s-a putut referi în nici un fel capul de ax la restul cotelor de montaj.

Prin aceeaşi publicaţie s-au stabilit însă, independent de gabarite, două scări de puteri, amîndouă avînd puterile fixate mai mult pe bază de tradiţie decît pe o raţie matematică de creştere [2].

* *Alex. Berberianu* este inginer proiectant principal la fabrica „Klement Gottvald" – Bucureşti.

Recomandările CEI renunță în mod expres la stabilirea unei relații între gabarite și puteri, sub pretextul că pe de o parte aceasta ar putea constitui o frînă în progresul mașinilor electrice, pentru că ar împiedica de exemplu căutarea unei utilizări mai bune a unui motor dintr-un anume gabarit, iar pe de altă parte că această fixare a puterilor nu s-ar putea face decît pentru motoare de un același tip (motoare protejate cu rotor în scurtcircuit, de exemplu) și că interschimbabilitatea nu ar putea fi asigurată cu motoare de alt gen [9]. În acest fel se încearcă ascunderea motivului real, care este dorința de concurență a firmelor și țărilor capitaliste și efectul practic, care este în fond anularea interschimbabilității.

2. Soluția adoptată de țările lagărului socialist

Țările lagărului socialist, în frunte cu Uniunea Sovietică, grupate în CAER (Comisia pentru Ajutor Economic Reciproc), nevrînd să accepte această renunțare de la principiu și neavînd a lupta cu interesele contradictorii ale diferitelor firme, au hotărît să lege totuși puterile de gabarite, dînd toată valoarea ei ideii de normalizare și alegînd pentru scara de puteri cele mai ridicate valori din nivelul tehnic internațional [2], [3] ca o dovadă evidentă a progresului ce-l impun construcției de motoare electrice (tabela 1). Valorile propriuzise ale puterilor s-au ales din ambele scări CEI, pentru a se realiza între trepte o creștere cu rația aproape constantă (în jur de 1,3), favorabilă menținerii scării de puteri și la restul turațiilor nu numai la 1 500 rot/min. Mai mult, ca urmare a numeroaselor ședințe și informări, s-a hotărît bobinat, ca în figura 1. Excepție s-a făcut pentru motoarele închise cu rotor bobinat, la care, în lipsa unei informări mai exacte, bănuin-

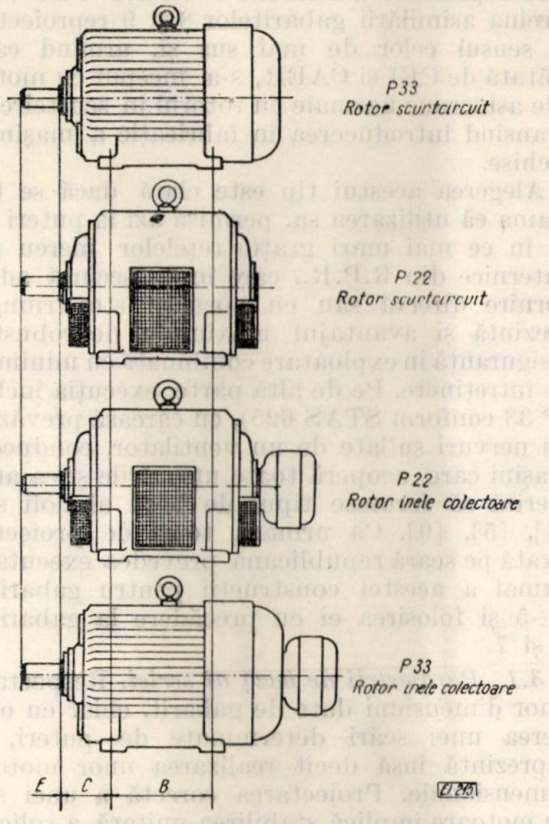


Fig. 1. Menținerea cotelor de montaj la diferite tipuri de motoare:
a — P 33 rotor în scurtcircuit; *b* — P 22 rotor în scurtcircuit; *c* — P 22 rotor cu inele colectoare; *d* — P 33 rotor cu inele colectoare.

Tabela 1

Compararea puterilor CAER pentru mașini închise cu valorile din standardele străine

Gabarit CAER	Gabarit CEI	3 000 rot/min				1 500 rot/min				1 000 rot/min				750 rot/min			
		R.P.R. CAER	R.F.G. Italia	India	S.U.A. Canada	R.P.R. CAER	R.F.G. Italia	India	S.U.A. Canada	R.P.R. CAER	R.F.G. Italia	India	S.U.A. Canada	R.P.R. CAER	R.F.G. Italia	India	S.U.A. Canada
8	1 250S	40		55		40		45		30		30	30	22		22	22
	2 250M	55	55		45	55	55	55	45	40	37	37	37	30	30	30	30
9	1 280S	75	75	75	55	75	75	75	55	55	45	45	45	40	37	37	37
	2 280M	100	90	90	75	100	90	90	75	75	55	55	55	55	45	45	45
10	1 315S	125	110			125	110			100	75			75	55		
	2 315M	160	132			160	132			125	90			100	75		

în cadrul CAER ca scara de puteri adoptată și gabaritele prescrise să fie unice pentru toate tipurile de mașini normale, fie protejate, fie închise, fie cu rotor în scurtcircuit, fie cu rotor

du-se că rotorul necesită o clasă de izolație mai pretențioasă, s-a admis ca pînă la alte precizări puterile să fie eventual scăzute cu o treaptă în cadrul aceluiași gabarit.

3. Seria nouă la întreprinderea „Klement Gottwald"

Întreprinderii „Klement Gottwald" i-a revenit sarcina asimilării gabaritelor 8 și 9 reproiectate în sensul celor de mai sus și, urmînd calea arătată de CEI și CAER, s-a început cu motoarele asincrone normale cu rotorul în scurtcircuit, avansînd introducerea în fabricație a mașinilor închise.

Alegerea acestui tip este clară dacă se ține seama că utilizarea sa, permisă azi la puteri din ce în ce mai mari grație rețelelor mereu mai puternice din R.P.R., care în consecință admit pornire directă sau cu pornitor stea-triunghi, prezintă și avantajul maximului de robustețe și siguranță în exploatare combinată cu minimum de întreținere. Pe de altă parte, execuția închisă (P 33 conform STAS 625), cu carcasă prevăzută cu nervuri suflate de un ventilator, conduce la mașini care acoperă toate utilizările și ca atare merită să formeze tipul de bază al noii serii [3], [5], [9]. Ca urmare, tema de proiectare fixată pe scară republicană prevedea executarea numai a acestei construcții pentru gabaritele 1÷5 și folosirea ei cu precădere la gabaritele 6 și 7.

3.1. Parametrii de bază ai seriei. Respectarea unor dimensiuni date de gabarit, chiar cu obținerea unei scări determinate de puteri, nu reprezintă însă decît realizarea unor motoare dimensionale. Proiectarea corectă a unei serii de motoare implică stabilirea unitară a solicitărilor de bază din acestea, ca inducții, densități, etc., în funcție de materialele izolante și magnetice ce se intenționează a se folosi și, mai ales, fixarea, în baza unui punct de vedere depinzînd de întregul complex al industriei, a parametrilor energetici, a randamentului și a factorului de putere.

3.1.1. Randamentul și factorul de putere. Dorința de a obține parametrii cît mai buni, cu un motor mai greu și consumînd mai mult material activ, trebuie privită tot atît de critic ca și tentativa inversă, de a sacrifica parametrii cu unicul scop de a obține o mașină ușoară și ieftină dar care, în anii lungi de funcționare, costă rețeaua mult mai mult decît a economisit producătorul motorului.

Tema de proiectare pe care ne-am fixat-o a păstrat pentru parametrii nivelul standardului anterior, care era aproximativ nivelul GOST 186, urmînd ca toate economiile de materiale active să se facă numai în baza exploatării mai intensive a acestora. Păstrînd într-o primă etapă valori comune pentru mașinile protejate și închise (cu tendința ca mașinile închise să se realizeze către limita superioară și cele protejate către limita inferioară a toleranței), se vădește imediat că tema propune pentru noua serie valori ale parametrilor la nivelul celor mai bune realizări internaționale (fig. 2).

Pe bază de statistică este însă astăzi admis că majoritatea motoarelor din exploatare nu funcționează complet încărcate, ci la numai 60—70% din putere, încît obținerea unor

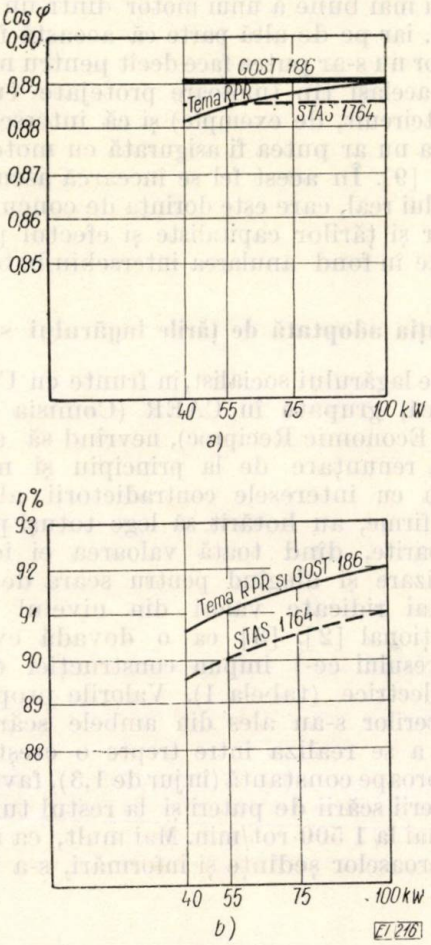


Fig. 2. Compararea parametrilor din tema noii serii unitare cu valorile STAS și GOST:
a — factorul e putere la 1 500 rot/min; *b* — randamentul la 1 500 rot/min.

parametri superiori la plină sarcină pare o realizare mai puțin interesantă decît menținerea unor performanțe ridicate la aceeași mașină, între 100% și circa 60% din încărcarea ei [6].

Menținerea factorului de putere la sarcini parțiale este o imposibilitate practică, el scăzînd odată cu încărcarea, așa încît o mașină are la jumătate din puterea ei nominală un factor de putere mai bun sau mai rău, numai în măsura în care și la valoarea nominală a avut un factor de putere mai bun sau mai rău. O intervenție a proiectantului în această direcție nu este practic posibilă, iar obținerea unui factor de putere bun la sarcină redusă implică imediat la sarcină nominală un factor de putere atît de ridicat, încît consumul de material devine prohibitiv.

De altfel, tendința generală actuală este de a ameliora factorul de putere în ansamblul rețelei, prin condensatori sau compensatori rotativi, așa încît lipsa posibilității de intervenție

la origină, în proiectarea mașinilor, este neplăcută, dar nu gravă. În ceeace privește randamentul însă, atît nivelul său cît și alura curbei la diferite sarcini depind de proiectant și alegerea lor nu poate fi întîmplătoare. Intr-adevăr, un calcul simplu ne arată că pentru motorul de 100 kW-1 500 rot/min, la care admitem o funcționare zilnică de un schimb, deci minimum 2 000 ore anual, un singur procent de randament înseamnă o economie de 2 000 kWh sau 1 000 lei anual și deci amortizarea prețului de cost al mașinii în circa zece ani. Astfel stînd lucrurile,pe lîngă valorile inițiale mari care s-au luat pentru randament, din repartiția pierderilor fier-cupru s-a căutat ca valoarea ridicată a randamentului să se mențină pînă la 50% din puterea nominală a mașinii în limita toleranțelor admise, ba chiar ca maximul randamentului să aibă loc pe la 75% din puterea ei (fig. 3).

Trebuie menționat că valoarea mare a randamentelor este utilă și din punct de vedere al

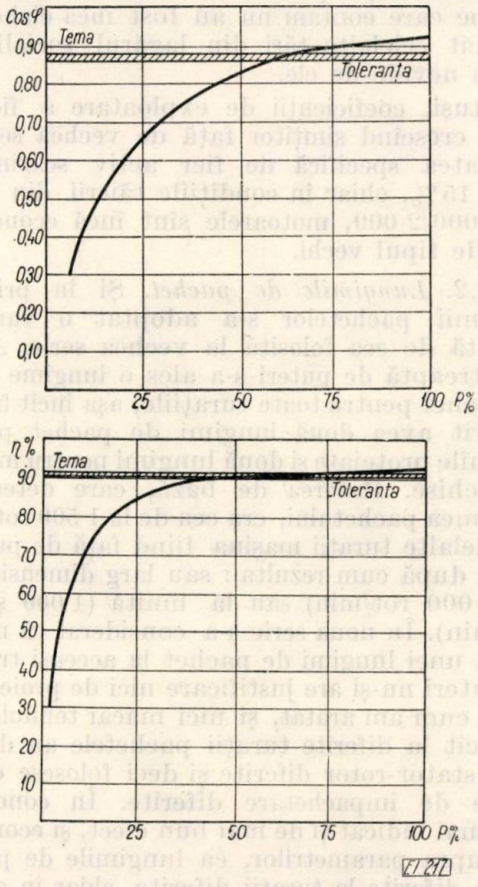


Fig. 3. Curbele parametrilor motorului de 100 kW—1 500 rot/min din noua serie la diferite încărcări: *a* — factor de putere; *b* — randament.

răcirii mașinii, întrucît volumul acesteia reducîndu-se simțitor la noile serii, este indicată obținerea unor pierderi totale mai mici, așa încît să nu crească anormal coeficientul de pierderi pe unitatea de suprafață.

În fine, mai rămîne de menționat la acest punct că valorile randamentului au fost asigurate chiar în condițiile unor pierderi în aluminiul rotor sporite corespunzător creșterii rezistenței de la 1/23 la 1/17, din diverse motive ce vor fi eliminate pe parcurs.

3.1.2. Condițiile de pornire. O ameliorare simțitoare a valorilor vechiului standard s-a adus și în privința condițiilor de pornire. STAS 1764-56 prevede o multiplicitate a momentului de pornire față de momentul nominal de 0,9, care este perfect convenabilă în cazul unor rețele de puterea celor sovietice, de exemplu, care permit pornirea directă la motoare de puteri pînă la 100 kW inclusiv; dacă însă, așa cum este cazul rețelelor noastre, se folosește o pornire stea-triunghi, se obține cifra relativ redusă de 0,3. Mai mult, standardul actual nu fixează o valoare minimală a momentului în procesul de pornire, permițînd astfel ca existența unei curbe avînd șea să reducă și mai mult cifra arătată.

În consecință, prin tema noii serii s-a fixat ca multiplicitate a momentului de pornire valoarea de 1,2 (respectiv 0,4 la pornirea în stea), cu o limită minimală admisă de 80% pentru șea, în cursul pornirii și cu tendința de a se obține valori mai mari, în special la mașinile închise care, după cum am văzut, alcătuiesc baza seriei și se pretează la aceasta datorită pachetului lung de fier.

3.1.3. Izolația mașinilor. Progresul în domeniul construcției de mașini electrice atîrnă în mare măsură de materialele electrotehnice superioare.

Astfel, izolația de crestătură la noua serie a scăzut la aproape jumătate grosime pe o latură, fiind realizată dintr-o peliculă de hostaphan foarte subțire, lipită între două materiale suport, așa că, odată cu calitățile superioare electrice ale peliculei, se obține și o mai bună cedare a căldurii prin eliminarea straturilor intermediare de aer.

Paralel, apariția în ultimii ani a conductorilor izolați cu email superior, atît din punctul de vedere al temperaturii de funcționare admisibile cît mai ales al aderenței de conductor și al rezistenței mecanice a izolației conductorului, a permis eliminarea conductorilor izolați cu bumbac și sporirea serioasă a factorului de umplere cu cupru a crestăturii, factorul de umplere a bobinajului rămînînd același, ba chiar fiind scăzut.

În consecință, în crestăturile noii serii s-a putut introduce cu 50% mai mult cupru, deși factorul de umplere a bobinajului a fost scăzut de la circa 0,85 la 0,75—0,78, ba mai mult, cantitatea sporită de cupru a fost introdusă într-o izolație de clasă superioară.

Alegerea clasei de izolație a făcut obiectul unor studii speciale, a căror concluzie a fost că cea mai indicată este clasa E. Într-adevăr, folosirea clasei B nu pare indicată; din punct de vedere termic, diferența de încălzire admisă de cele două clase este minimală (75°C la clasa E și 80°C la clasa B), în timp ce diferența de cost a izolației de crestătură se triplează din cauza folosirii la clasa B a izolațiilor pe bază de mică (circa 28 lei/m² izolație de clasa E față de circa 80 lei/m² — clasa B). O clasă mai superioară se consideră că nu poate intra în discuție pentru niște mașini normale din cauza prețului de cost.

3.1.4. Încălzirile admise. În strînsă legătură cu clasa de izolație, fixarea limitei de încălzire admisă de mașini ridică de asemenea o problemă importantă, întrucît în ultima vreme s-au adus o serie de observații critice în legătură cu folosirea materialelor izolante la limita superioară a încălzirilor [5], [8]. Dacă aceasta aduce o oarecare economie de materiale active, nu este mai puțin adevărat că are ca urmare o solicitare calorică sporită a mașinilor și că materialul economisit la proiectare este cu prisosință recuperat la repararea lor. Din aceste motive se tinde tot mai mult la scăderea încălzirii mașinilor, clasa superioară reprezentînd o sporire a vieții și a siguranței lor în exploatare. Mai mult, folosirea de pachete lungi și fără canale de ventilație lasă să existe bănuiala că, chiar dacă încălzirea medie a bobinajului măsurată prin metoda rezistenței are o valoare în limitele admisibile, există totuși puncte, de obicei în mijlocul pachetului de tole, la care această valoare este depășită [5]. Experiențe în acest sens s-au făcut și de noi cu ocazia elaborării seriei și anume asupra unor mașini protejate, întrucît am considerat că la acest tip de mașină fenomenul este cel mai accentuat, pentru că:

— răcirea mașinii se face către capetele de bobină, care sînt puternic ventilate, și deci rămîne un centru foarte cald în pachet;

— față de lungimea medie a spirei, o proporție mai mare de cupru se află în capetele răcite, putînd falsifica rezultatele măsurătorii prin rezistență.

Într-adevăr, față de o încălzire de circa 30°C în punctul cel mai rece al capului de bobină, am avut o încălzire de 66°C în punctul cel mai cald (centrul pachetului de tole), dar încălzirea medie a fost de numai 54°C, sau cu alte cuvinte avem de așteptat încălziri cu circa 10—15°C peste valoarea medie măsurată cu metoda rezistenței, în varianta de răcire cea mai periculoasă din acest punct de vedere. Pe aceste considerente ne-am fixat ca limită de încălzire pentru serie nu 75°C, cît este admis de CEI pentru clasa de izolație E, ci 65—70°C la mașinile închise și 60—65°C la mașinile protejate, valori în care ne-am încadrat în genere, menținînd totuși deschisă întrebarea dacă nu este cazul a reduce cu încă 5°C aceste valori.

3.2. Geometria fierului activ

3.2.1. Diametrul exterior al pachetului. Elementul de bază al unui gabarit fiind diametrul exterior al tolei, alegerea acestuia a constituit una din problemele principale care s-au pus la proiectare.

În condițiile de gabarit impuse și la o producție mărită, alegerea unor diametre exterioare de pachet rezultînd din tablă „fără pierderi" poate să se pună sub o formă cu totul diferită de cea uzuală, și anume se poate pleca de la diametrul dorit și impune lățimea tablei, eventual a benzii, pentru a realiza o ștanțare mecanică a tolelor [8]. Considerînd că pînă în prezent cantitatea de tablă silicioasă import este precumpănitoare, ne-am axat totuși pe diametrele sovietice [4], locul de unde la data proiectării seriei provenea majoritatea importului la acest material, pentru a beneficia de o tăiere rațională.

Relativul avans pe care l-am dobîndit în elaborarea seriei a reprezentat însă o frînă în această direcție, pentru că tablele de dimensiunile pe care contam nu au fost încă elaborate, întrucît celelalte țări din lagărul socialist nu aveau nevoie de ele.

Totuși, coeficienții de exploatare a fierului activ crescînd simțitor față de vechea serie și greutatea specifică de fier activ scăzînd cu circa 15%, chiar în condițiile tăierii din table de 1 000/2 000, motoarele sînt încă economice față de tipul vechi.

3.2.2. Lungimile de pachet. Și în privința lungimii pachetelor s-a adoptat o variantă diferită de cea folosită la vechea serie. Acolo, la o treaptă de puteri s-a ales o lungime unică de pachet pentru toate turațiile, așa încît fiecare gabarit avea două lungimi de pachet pentru mașinile protejate și două lungimi pentru mașinile închise. Puterea de bază, care determina lungimea pachetului, era cea de la 1 500 rot/min, la celelalte turații mașina fiind față de puterea dată, după cum rezulta: sau larg dimensionată (la 3 000 rot/min) sau la limită (1 000 și 750 rot/min). În noua serie s-a considerat că menținerea unei lungimi de pachet la aceeași treaptă de puteri nu-și are justificare nici de proiectare, după cum am arătat, și nici măcar tehnologică, întrucît la diferite turații pachetele au diametrele stator-rotor diferite și deci folosesc dispozitive de împachetare diferite. În concluzie, este mai indicat și de mai bun efect, și economic și asupra parametrilor, ca lungimile de pachet să fie diferite la turații diferite, chiar în cadrul aceleiași trepte. În aceste condiții se execută la fiecare gabarit șase lungimi pentru mașinile protejate și șase pentru cele închise. Apar șase și nu opt lungimi de pachet, cum ar părea normal față de cele patru turații, întrucît la șase și opt poli s-a menținut ca fiind valabilă soluția unei tole unice și deci, pe considerentele arătate,

dispozitivele de împachetare putînd fi păstrate, s-a impus şi menţinerea pachetului comun la ambele turaţii.

3.2.3. Diametrul stator-rotor. Mai mult în vederea derivării seriei cu inele colectoare decît din necesităţi de calcul, diametrele stator-rotor ale noii serii s-au luat cu circa 4% mai mari decît, proporţional, cele din vechea serie, uşurîndu-se astfel rotorul. Excepţie fac maşinile de 3 000 rot/min, unde o concepţie nouă de calcul [10] s-a reflectat în aspectul mecanic al maşinii.

Cu regularitate, la 3 000 rot/min metodicele vechi de calcul conduceau la diferenţe între proiectare şi platformă în privinţa curentului de magnetizare. Chiar reducerea amperspirelor în funcţie de inducţie şi considerarea în calcul că fluxul străbate şi o parte din ax nu făceau decît să reducă nepotrivirile, fără a le elimina. În noua serie s-a considerat că în cazul maşinilor la doi poli fluxul străbate axul transversal şi, în consecinţă, întregul diametru al acestuia trebuie considerat la calcularea inducţiilor în jurul rotorului; ca urmare, jugul din tolă poate rămîne foarte mic şi deci diametrul stator-rotor se poate micşora, degajînd statorul.

În această ipoteză de calcul şi cu valoarea amperspirelor pentru jugul statorului apreciate fără coeficientul de reducere, dar la o inducţie (empiric stabilită) cu 4 000 gaussi sub cea din calcul (cu condiţia ca valoarea acesteia să depăşească 14 000 gaussi) s-au obţinut, în privinţa curentului de magnetizare, rezultate absolut comparabile cu cele de platformă.

În ceea ce priveşte reducerea diametrului stator-rotor pentru maşinile cu inele colectoare, ea nu angajează cu nimic această serie derivată, maşini cu inele colectoare neexecutîndu-se la 3 000 rot/min.

Calitatea tablei prevăzute a fost EIII cu 2,4 W/kg pierderi specifice, cu o rezervă de calcul în privinţa pierderilor care permite folosirea tablei EII, mai avantajoasă tehnologic, cu 3 W/kg pierderi, fără a dăuna randamentului şi fără a încălzi maşina suplimentar.

4. Realizarea construcţiei

În baza premiselor arătate pînă acum, s-a realizat seria unitară în scurtcircuit, gabarit 8 şi 9, în cele două variante: închisă, P33, şi protejată, P22, ambele în construcţie turnată din fontă [4], [6], [7], [9]. La elaborarea soluţiei a fost acordată o atenţie deosebită problemei unificării pieselor şi subansamblurilor (tole, căpăcele, rulmenţi, cutie de borne, scuturi, axe etc.), ceea ce dă posibilitatea reducerii nomenclaturii utilării tehnologice. O scădere faţă de seria veche o prezintă numai carcasa care, conform celor impuse de cotele de montaj, nu mai este aceeaşi la cele două trepte de puteri ale gabaritului. Această complicaţie de aprovizionare este însă compensată de reducerea greutăţii motorului, care, la pachetul scurt, ar fi fost grevată de greutatea carcasei lungi, neutilizate.

4.1. Motorul închis P 33

Construcţia maşinii închise este cea clasică (fig. 4), cu carcasă prevăzută cu nervuri la distanţă egală cu înălţimea lor, peste care aerul de răcire este suflat de un ventilator exterior. Nervurile din partea de jos a carcasei, a căror eficacitate este de altfel redusă, sînt teşite pentru a permite respectarea cotei de înălţime a axului. Ventilatorul exterior este apărat la rîndul său de o capotă din tablă care în fund are găuri de absorbţie a aerului. Problemele mai importante în construcţia variantei închise au fost ventilatoarele şi tipul bobinajului.

În baza comunicărilor pe linie de CAER a partenerilor sovietici [4], pentru prima dată s-a experimentat un ventilator cu număr redus de palete. Rezultatele sale fiind, conform indicaţiilor primite, de acelaşi ordin de mărime cu cele ale ventilatoarelor clasice, el a fost adoptat din cauza marilor avantaje tehnologice şi de greutate pe care le prezintă.

Semnalăm în plus soluţia de prindere a ventilatorului, folosită acum pe scară largă în întreprinderea noastră, la care pana şi şurubul de fixare, care împiedicau deplasarea transversală şi longitudinală, sînt înlocuite printr-o simplă strîngere de colier. La eliminarea pieselor de fixare se adaugă şi prelucrarea mai puţin precisă a axului şi butucului ventilatorului, avantaje de fabricaţie indiscutabile (fig. 5).

În ceea ce priveşte ventilatorul interior, care asigură o circulaţie a aerului dinspre rotor către periferie prin cele patru buzunare ale

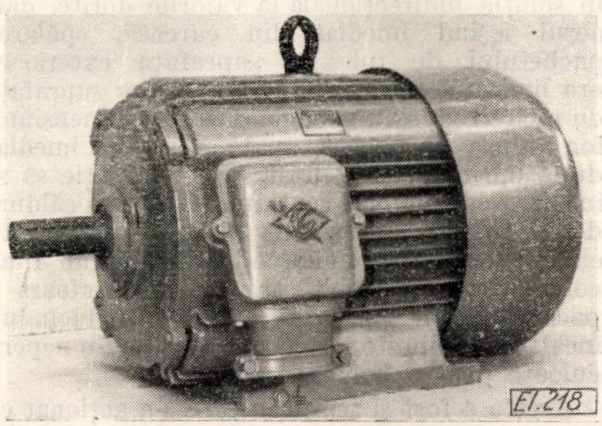


Fig. 4. Motor închis P 33 din gabaritul 9 al noii serii unitare (100 kW — 1 500 rot/min).

carcasei, care servesc şi la fixarea şuruburilor scuturilor, utilitatea lui a fost discutată şi este încă supusă studiului. Atîta vreme cît nu avem definitivate experimentările asupra unei circula-

ții interioare dirijate, obținute numai pe baza paletelor cu care este prevăzut rotorul, sau a grătarului bobinajului rotoric la mașinile cu rotor bobinat, socotim că diferența de 10°C încălzire, pe care încercările au arătat-o la unele tipuri de mașini, ne îndreptățește la folosirea lui.

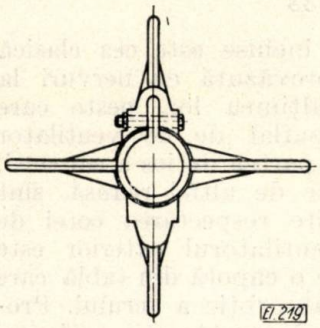


Fig. 5. Ventilator din noua serie unitară.

Tot 5—10°C încălzire aduce și folosirea unui bobinaj cu grătar la mașinile închise. În schimb, prin lungirea spirei medii, el necesită mai mult cupru și provoacă pierderi mai mari, încît bilanțul total a fost apreciat ca negativ, folosindu-se la mașinile capsulate bobinajul clasic în coroană cu bobine egale, care are un cap de bobină mic și compact. În acest fel s-a subliniat încă o dată ideea că mașinile închise se răcesc prin carcasă, căldura trecînd de la bobinaj înspre fier.

4.2. *Motorul protejat* P 22

La varianta protejată soluția constructivă apărea mai puțin clară : ventilația unidirecțională, mai puțin recomandabilă tehnologic din cauză că necesita un ventilator în plus, părea a fi singura utilizabilă, nu din cauza încălzirii cuprului, ci a fierului. Într-adevăr, experimentările făcute arătau că un bobinaj cu grătar (și încă de aici trebuie arătat că nu concepem o soluție modernă de mașină protejată cu bobinaj compact) putea reduce încălzirea mașinii în soluția bidirecțională la valorile dorite, dar, aerul ieșind imediat din carcasă, spălarea pachetului de tole pe suprafața exterioară era limitată, așa că, în legătură și cu suprafața de răcire redusă a acesteia datorită dimensiunilor reduse de pachet, apare riscul ca imediat după oprire mașina lipsită de ventilație să se încălzească și cuprul continuînd să preia căldură de la fier să depășească limitele admise. În cazul ventilației unidirecționale, aerul fiind condus forțat pe toată suprafața exterioară a pachetului, îl răcea mai bine, reducîndu-i încălzirea la limite rezonabile și făcînd-o nepericuloasă pentru bobinaj.

Acesta a fost și sensul în care s-a acționat cu construcția. Menținînd ventilația bidirecțională, am căutat o soluție constructivă la care aerul să fie obligat să spele exteriorul pachetului înainte de evacuare și aceasta s-a obținut prin folosirea unor guri de ieșire din carcasă plasate mai jos de jumătatea ei și prevăzute prin turnare cu paravane de dirijare (fig. 6). Temperatura pachetului și corespunzător încălzirea cuprului au scăzut imediat, atingîndu-se valori mai bune decît la ventilația unidirecțională.

Bobinajul mașinilor protejate prezintă de asemenea o particularitate. Așa cum am spus, nu putea fi vorba decît de un bobinaj cu grătar ventilat. Amintim numai că experimentările cu bobinaj compact au dus la o încălzire de 90°C față de 60°C la aceeași mașină (100 kW — 1 500 rot/min) cu bobinaj cu grătar.

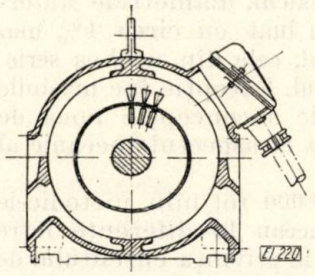


Fig. 6. Carcasă protejată prevăzută cu paravan pentru dirijarea aerului în așa fel ca să spele toată periferia pachetului de tole.

Realizarea unui grătar eficace conducea însă la un cap de bobină de o lungime prohibitivă care, chiar dacă prin folosirea unor scuturi foarte adînci, deci netehnologice, ar fi putut fi acceptată la mașinile normale, excludea însă realizarea variantei de mașină cu prindere prin flanșe.

Avînd la bază o idee sugerată din U.R.S.S., cu ocazia unui schimb de experiență, întreprinderea noastră a pus la punct un bobinaj prezentînd un grătar pronunțat fără ca distanța axială a capului de bobină să o depășească pe cea a bobinajelor bloc (fig. 7). Pentru aceasta se execută o bobină dreptunghiulară cu firele dispuse vertical pe lungimea pachetului și a celor două grătare de la capete și orizontal pentru legătura dintre cele două laturi. Pe partea orizontală bobinele se suprapun, cu separație de material

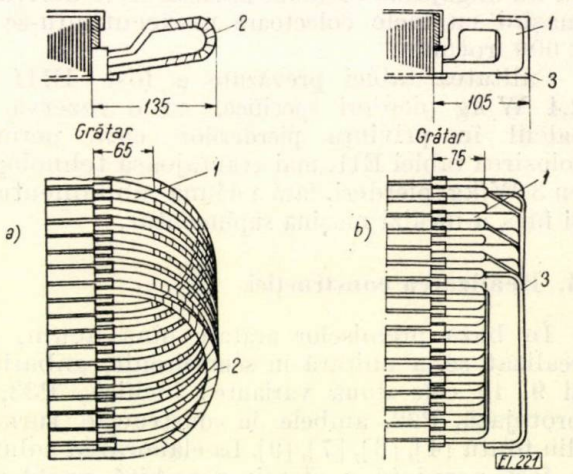


Fig. 7. Realizarea unui bobinaj statoric cu grătar la aceeași mașină (100 kW — 1 500 rot/min) :
a — soluția veche ; *b* — soluția nouă ; *1* — bobină ; *2* — porțiune izolată pe statorul bobinat ; 3 — fișie izolantă.

izolant între faze, formînd o porțiune neventilată, mult redusă însă față de lungimea ventilată a bobinajului. Pentru a evita străpungerile între faze, se fasonează în plus bobina, creîn-

du-se la capete un buzunar de aer între latura superioară și cea inferioară din crestătură.

Tot atît de eficace ca și bobinajul bine ventilat al seriei sovietice AK, noul tip de bobinaj are o lungime axială de circa 70% din acesta, făcînd posibilă o construcție rezonabilă în condiții bune de execuție, întrucît:

— necesită numai puțin timp mai mult la formarea bobinelor;

— se bobinează mai repede;

— nu necesită izolarea capetelor de bobină cu bandă după introducerea în canale, care la tipul vechi reprezenta un mare consum de timp și material;

— în fine, prezintă un aspect foarte tehnic.

4.3. Execuția rotorului în scurtcircuit

La ambele variante — închisă și protejată — rotorii au fost prevăzuți din aluminiu, cu bară înaltă și cu palete de ventilație obținute simultan cu turnarea inelului și barelor. Paletele, mai reduse ca număr și dimensiune față de seria veche (corespunzător celor arătate la ventilator și în raport cu lungimea capului de bobină scurtat de la stator) servesc drept ventilator pentru ventilația bidirecțională a mașinilor protejate și drept radiator pentru a scoate căldura din rotorul mașinilor închise.

4.4. Concluzii la gabaritele fabricate

Cu acestea, realizarea mașinilor din gabaritele 8—9 în dimensiunile prescrise și antecalculate

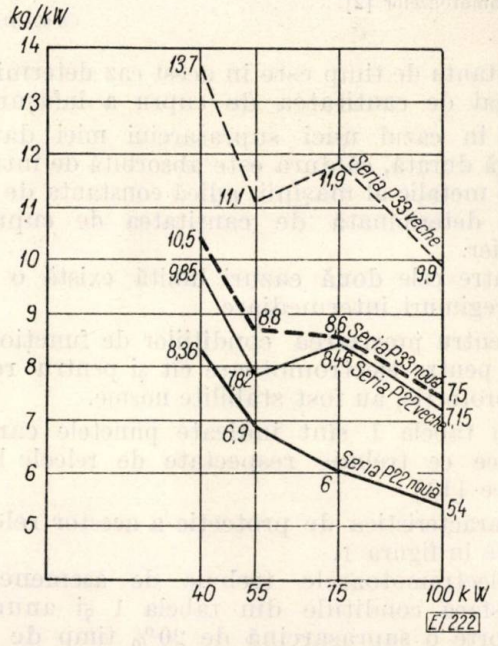


Fig. 8. Compararea greutăților specifice ale motoarelor la 1 500 rot/min din noua serie, cu cele din seria veche.

a condus la respectarea cifrelor de control inițiale, obținîndu-se o greutate totală mult redusă și care, la mașinile închise, atinge aproape valorile mașinilor protejate din vechea serie (fig. 8), comparîndu-se cu succes cu ceea ce știm despre seriile noi proiectate în U.R.S.S., R.D.G. și C.S.R.

5. Extinderea seriei la puteri superioare

Gabaritul 10 a fost conceput ca o simplă extindere a gabaritului 8 și 9, în continuarea scării de puteri internaționale pînă la 200 kW și în ultimul din gabaritele dimensionale indicate de CEI [1], [2]. Nu am considerat că trebuie să intervină vreo modificare conceptivă întrucît:

— este destinat a se fabrica în aceeași întreprindere;

— nu se prevede necesitatea de a executa mașinile la tensiuni peste 500 V;

— mașinile se găsesc la limita puterilor care încă se pot obține în carcase fără radiator.

Singura modificare de tehnologie pe care ne-o propunem, în corelare cu valoarea întrefierului care la aceste mașini atinge 1 mm, este de a încerca prelucrarea pragurilor carcasei încă de la finisarea ei și nu pe dorn, după presarea pachetului de tole, eliminînd în acest fel o operație în plus.

Desigur, realizarea construcției gabaritului 10 după completa realizare a gabaritelor 8 și 9 ridică unele probleme în legătură cu concepția seriei: prinderea scuturilor de carcasă de exemplu a fost dimensionată așa ca să se realizeze unitar, cu aceleași șuruburi și la gabaritul 8 și la gabaritul 9. Aceste șuruburi nu mai sînt însă suficiente pentru gabaritul 10, așa că va trebui, odată cu asimilarea acestui gabarit, să le revizuim și pe celelalte. Vom realiza, de exemplu, prinderea în loc de opt șuruburi M10 cu cîte patru șuruburi M14 la 8 și 9 și opt șuruburi de M14 la 10.

De asemenea, cutia de borne tip, unică la 8 și 9, a fost dimensionată pentru curenții puterilor acestor gabarite; ea va trebui, ca și placa de borne, înlocuită cu o alta avînd aceleași dimensiuni de montaj însă corespunzătoare puterilor gabaritului 10.

6. Probleme de viitor

Aceste retușuri intră însă în operațiile normale pe care sîntem conștienți că le mai avem de făcut. Pentru că, deși din motive de export și de economie de materiale active am executat în fabricație majoritatea motoarelor, în urma asimilării seriei cu inele colectoare și a seriilor derivate (dintre care am început deja a fabrica soluția pentru ciment, soluția verticală, soluția tropicală și cea cu cuplu de pornire mărit), vom trebui probabil să mai intervenim odată pentru o ultimă operație de finisare, în vederea unificării generale.

De asemenea, pe parcursul proiectării și încercării prototipurilor au apărut o serie de probleme de studiu, dintre care citățm numai:

— punerea la punct a calculului cuplului de pornire în legătură cu determinarea reactanței capului de bobină la noul tip de bobinaj;

— determinarea cazurilor în care apar, depășind valorile formulelor cunoscute, pierderi suplimentare în fier și cupru, în legătură cu numărul de crestături și diametrul stator-rotor;

— determinarea formulelor de calcul al încălzirii pe baza parametrilor precizați pînă în prezent.

Rezolvarea acestor probleme va conduce desigur la rezultate practice, îmbunătățind seria.

Fără a scăpa din vedere ceea ce mai avem de făcut, sîntem însă mulțumiți că încă din anul 1960 am putut pune la dispoziție pentru export o serie de mașini la nivel internațional care credem că stau cu cinste, purtînd emblema Republicii Populare Romîne și marca fabricii noastre, alături de orice alte mașini similare.

Bibliografie

[1] CEI — Recommandations pour les dimensions et puissances des moteurs éléctriques. Publication 72—1/3-ème éd. Genève 1959.

[2] IEC — Technical committee no. 2/New Delhi, 1960, Proposals for the revision of the third edition of Publication 72—1.

[3] CAER — Raport și proiect de recomandări privind seria unitară 0,6 — 100 kW — Secția nr. 10, Grupa temporară de lucru, Praga, 1957.

[4] CAER — Date de calcul și descrierea construcției motoarelor electrice ale noii serii unitare. Informare U.R.S.S. Moscova, 1958.

[5] *E. D. Kravcik*: Nekotorîe voprosî elektromașinostroenia, Vestn. Elektroprom. **32** (1961) 4, 21—22.

[6] *J. Watzula*: Drehstrom — Einheitsmotor, Die Technik, (1958) 12.

[7] *W. Kahl*: Der Drehstrom — Einheitsmotor, Dtsch. Elektrotechnik **11** (1957) 4, 183—184.

[8] *A. G. Iosifian*: Wissenschaftliche Probleme des Elektromaschinenbau in der Sowjetunion, Dtsch. Elektrotechnik, **11** (1957) 1, trad. din Elektricestvo **76** (1955) 7.

[9] ***: Nouveaux moteurs asyncrones fermés, conformes aux Recommandations de la CEI, Rev. Brown Boveri, **47** (1960) 3, 119—123.

[10] *N. V. Vinogradov, F. A. Goriainov* și *P. S. Sergheev*: Proektirovanie elektriceskih mașin. Gosenergoizdat — Moscova 1956.

Eficacitatea protecției prin relee bimetalice

Mihai Huhulescu* — București

Utilizarea multilaterală a electromotoarelor impune o mare diversitate de condiții și regimuri de funcționare. Folosirea releelor bimetalice corespunzătoare regimului de utilizare este de mare importanță pentru asigurarea unei protecții eficace [1].

Scopul prezentului articol este de a arăta soluțiile propuse de constructorii de aparate pentru cîteva condiții de exploatare a electromotoarelor [2].

CZ 621.316.925.44

1. Generalități privind protecția bimetalică

Protecția prin relee sau declanșatoare bimetalice este universal răspîndită în instalațiile de joasă tensiune. Releele și declanșatoarele sînt folosite în special pentru protecția electromotoarelor contra suprasarcinilor de durată [3]. Protecția este asigurată prin intermediul lamelelor de bimetal care sînt traversate de curentul absorbit de înfășuraraea electromotorului.

Încălzirea produsă de curent provoacă încovoierea lamelei bimetalice. Pentru ca funcționarea bimetalului să fie corectă este necesar ca încovoierea sa să fie corespunzătoare încălzirii electromotorului pe care-l protejează. În general aceasta nu este posibil datorită diferenței dintre constantele de timp ale încălzirii electromotorului și releului bimetalic.

Constanta de timp a electromotorului este variabilă, depinzînd de regimul de utilizare a electromotorului:

— în cazul unei suprasarcini de scurtă durată căldura nu are timp să fie transmisă în fier; constanta de timp este în acest caz determinată numai de cantitatea de cupru a înfășurării;

— în cazul unei suprasarcini mici dar de lungă durată, căldura este absorbită de întregul corp metalic al mașinii, adică constanta de timp este determinată de cantitatea de cupru și de fier.

Între cele două cazuri limită există o serie de regimuri intermediare.

Pentru precizarea condițiilor de funcționare, atît pentru electromotoare cît și pentru releele de protecție, au fost stabilite norme.

În tabela 1 sînt indicate punctele caracteristice ce trebuie respectate de releele bimetalice [12].

Caracteristica de protecție a acestor relee se arată în figura 1.

Electromotoarele trebuie de asemenea să satisfacă condițiile din tabela 1 și anume să suporte o suprasarcină de 20% timp de două ore și o suprasarcină de 50% timp de două minute, fără ca încălzirea să depășească limitele stabilite prin norme.

Cu toate precizările aduse prin norme, protecția prin relee bimetalice, folosind o metodă

* *M. Huhulescu* este inginer principal proiectant la Întreprinderea „Electroaparataj" — București

indirectă de control, este corespunzătoare numai dacă se respectă condiția de *proporționalitate* între încălzirea releului bimetalic și cea a electromotorului. Această condiție este însă

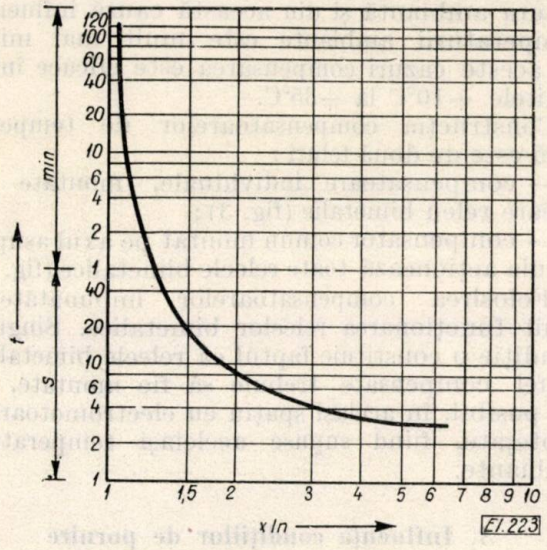


Fig. 1. Caracteristica de protecție a releelor bimetalice.

respectată numai de electromotoarele care lucrează continuu, cu aceeași turație, adică în condiții de răcire constante.

Tabela 1

Curentul de lucru în multipli față de curentul nominal	Tipul de declanșare	Starea bimetalului
1,05	> 2 ore	Pornind din starea rece
1,2	< 2 ore	Pornind de la temperatura de regim
1,5	< 2 minute	Pornind de la temperatura de regim
6,0	1 > 2 secunde 2 > 5 secunde	Pornind din starea rece

Desigur că acest caz constituie o bună parte a situațiilor ce se ivesc în mod curent în exploatare. Totuși există o serie de cazuri pe care le vom analiza mai jos, în care trebuie luate o serie de măsuri speciale pentru ca releul bimetalic să dea satisfacție.

2. Influența temperaturii ambiante

Protecția prin relee bimetalice este în primul rînd afectată de variația temperaturii ambiante. Bimetalele folosite în cadrul aparatelor de protecție funcționează în general în limite de temperatură cuprinse între 50—60°C și 170—180°C.

Limita inferioară corespunde reglajului 0,6 $\times$ *In* și limita superioară reglajului 1 $\times$ *In*. Alegerea limitei inferioare a temperaturii este dictată de faptul că la încălziri mai mici influența temperaturii ambiante este predominantă. Limita superioară este impusă de limita de variație liniară a săgeții bimetalului cu temperatura care este în jurul valorii de 250°C. Trebuie ținut seama că această temperatură nu trebuie depășită nici în cazul trecerii curentului de 1,2 $\times$ *In*, care produce declanșarea bimetalului în interval de două ore [4].

În această situație, variația temperaturii ambiante produce schimbări în regimul de declanșare, și anume o creștere a temperaturii poate produce o declanșare intempestivă a aparatului, pe cînd o scădere a temperaturii poate să întîrzie sau să împiedice declanșarea.

Pentru a remedia acest neajuns au fost realizate relee bimetalice cu compensator de temperatură [5].

Compensatorul de temperatură este o piesă realizată tot din bimetal, montată în cadrul sistemului de acționare a releului și dispusă în așa fel încît la o creștere a temperaturii ambiante să producă depărtarea piesei de acționare de releul bimetalic (fig. 2).

În acest fel caracteristica bimetalului devine practic independentă de variațiile temperaturii ambiante. Limitele în care compensatorul este eficace sînt, în general, de la +10°C la +30°C [6].

La temperaturi mai joase bimetalul nu mai produce o compensare eficace, deoarece scăderea

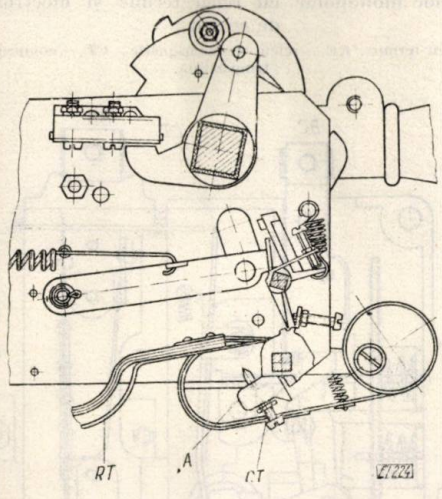


Fig. 2. Întreruptor de 350 A în aer cu compensator de temperatură montat pe axul asupra căruia acționează releele termice:

CT — compensator de temperatură; *A* — axe relee termice; *RT* — releu termic.

temperaturii ambiante provoacă o scădere importantă a temperaturii releului bimetalic și în consecință acesta nu mai funcționează corect. Această influență se face în special simțită la

aparatele deschise cu releele bimetalice montate în aer liber. Scăderea temperaturii ambiante produce însă și o răcire puternică a electromotorului, ceea ce compensează parțial ineficacitatea protecției prin relee bimetalice [8].

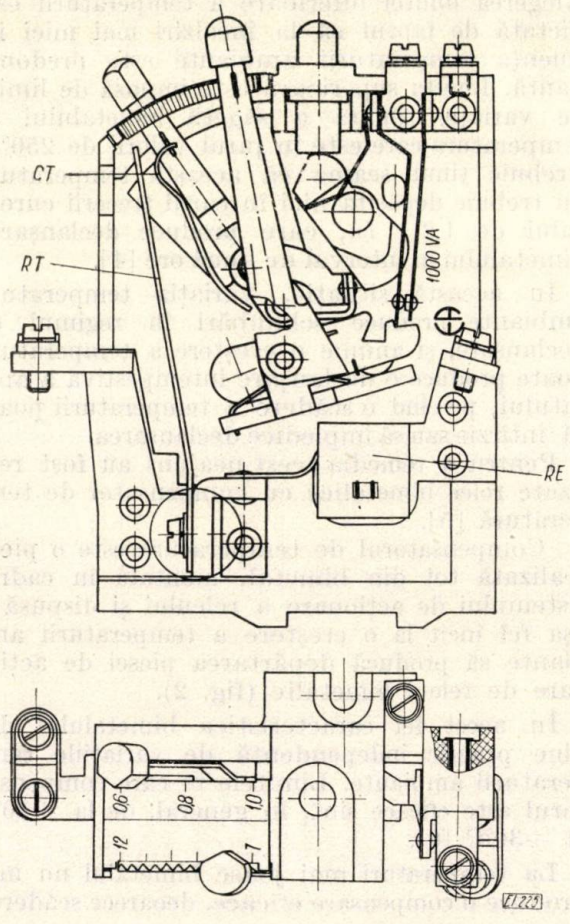


Fig. 3. Bloc monopolar cu releu termic și electromagnetic de curent:
RT — releu termic; *RE* — releu electromagnetic; *CT* — compensator de temperatură.

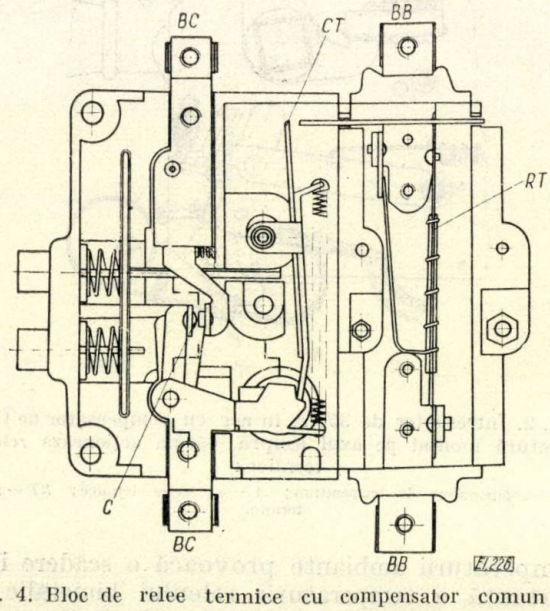


Fig. 4. Bloc de relee termice cu compensator comun de temperatură:
CT — compensator de temperatură; *RT* — relee termice; *BB* — borne bimetal; *BC* — borne contact; *C* — contact acționat de relee.

În cazul aparatelor închise, temperatura interioară este cu circa 30 ...50°C peste temperatura ambiantă și din această cauză influența temperaturii ambiante este mult mai mică. În aceste cazuri compensarea este eficace între limitele +10°C la +35°C.

Construcția compensatoarelor de temperatură este de două feluri:

— compensatoare individuale, montate pe fiecare releu bimetalic (fig. 3);

— compensator comun montat pe axul asupra căruia acționează toate releele bimetalice (fig. 4).

Folosirea compensatoarelor îmbunătățește mult funcționarea releelor bimetalice. Singura condiție o constituie faptul că releele bimetalice astfel compensate trebuie să fie montate, pe cît posibil, în același spațiu cu electromotoarele protejate, fiind supuse aceleiași temperaturi ambiante.

3. Influența condițiilor de pornire

Conform standardelor în vigoare (tabela 1), pornirea electromotoarelor este împărțită în două categorii:

— pornire normală, la care curentul absorbit la pornire scade la valoarea sa nominală după un timp mai mic de 2 secunde;

— pornire grea, la care curentul absorbit la pornire scade la valoarea sa nominală după un timp cuprins între 2 și 5 secunde.

Desigur că împărțirea este arbitrară, deoarece există situații cînd valoarea curentului absorbit de electromotor scade la valoarea nominală într-un timp mai mare de 5 secunde.

Ca exemple de pornire grea se dau electromotoarele destinate a antrena mori cu bile sau cu ciocane, concasoare, foarfeci, ventilatoare și centrifuge.

În scopul protejării electromotoarelor cu pornire grea au fost realizate mai multe construcții. Una din aceste construcții se bazează pe scurtcircuitarea releelor bimetalice în timpul perioadei de pornire (fig. 5). Scurtcircuitarea se face prin intermediul unui mic contactor comandat de un releu de temporizare.

Dezavantajele acestei instalații sînt:

— electromotorul rămîne fără protecție în perioada de pornire;

— construcția întrerupătorului se complică.

Pentru a rezolva primul dezavantaj a fost realizată o altă construcție, în care există două grupuri de relee legate în serie (fig. 6).

Primul grup de relee este un grup cu inerție termică mare, în așa fel că suportă curentul de pornire de lungă durată fără a provoca declanșarea întreruptorului. Al doilea grup de relee cu inerție termică redusă este scurtcircuitat în timpul perioadei de pornire cu ajutorul unui

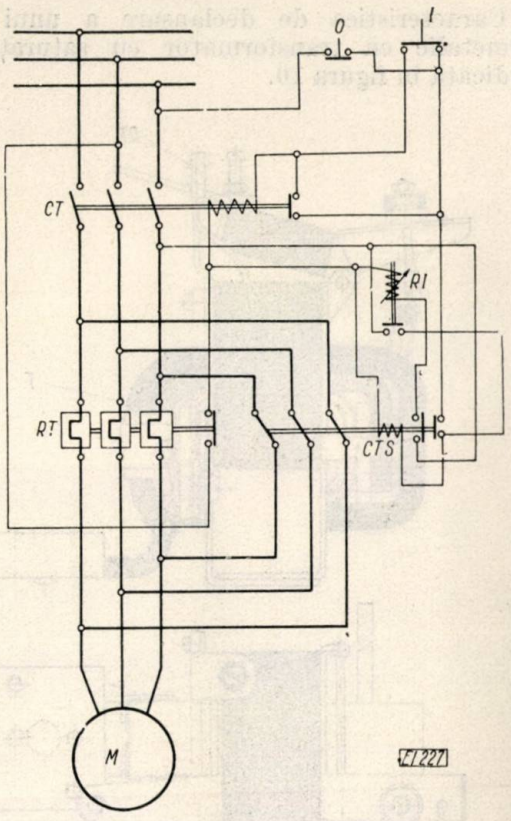


Fig. 5. Schemă de protecție a unui motor cu pornire grea cu dispozitiv de scurtcircuitare a releelor termice :

RT — relee termice ; CT — contactoare de legare la rețea ; CTS — contactor de scurtcircuitare ; RI — releu de întîrziere.

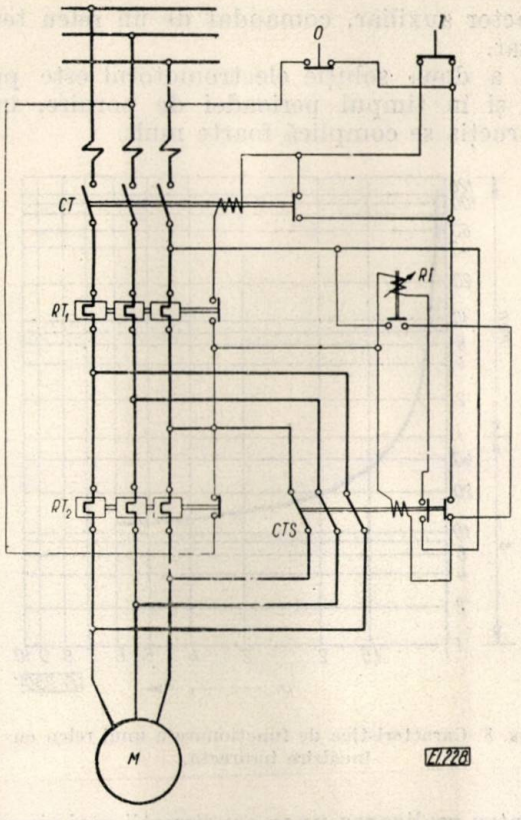


Fig. 6. Schemă de protecție a unui motor cu pornire grea cu două grupuri de relee termice :

RT_1 — relee termice pentru protecția la pornire (relee cu inerție) ; RT_2 — relee termice pentru protecție cu funcționare de regim ; CT — contactoare de legare la rețea ; CTS — contactor de scurtcircuitare ; RI — releu de întîrziere.

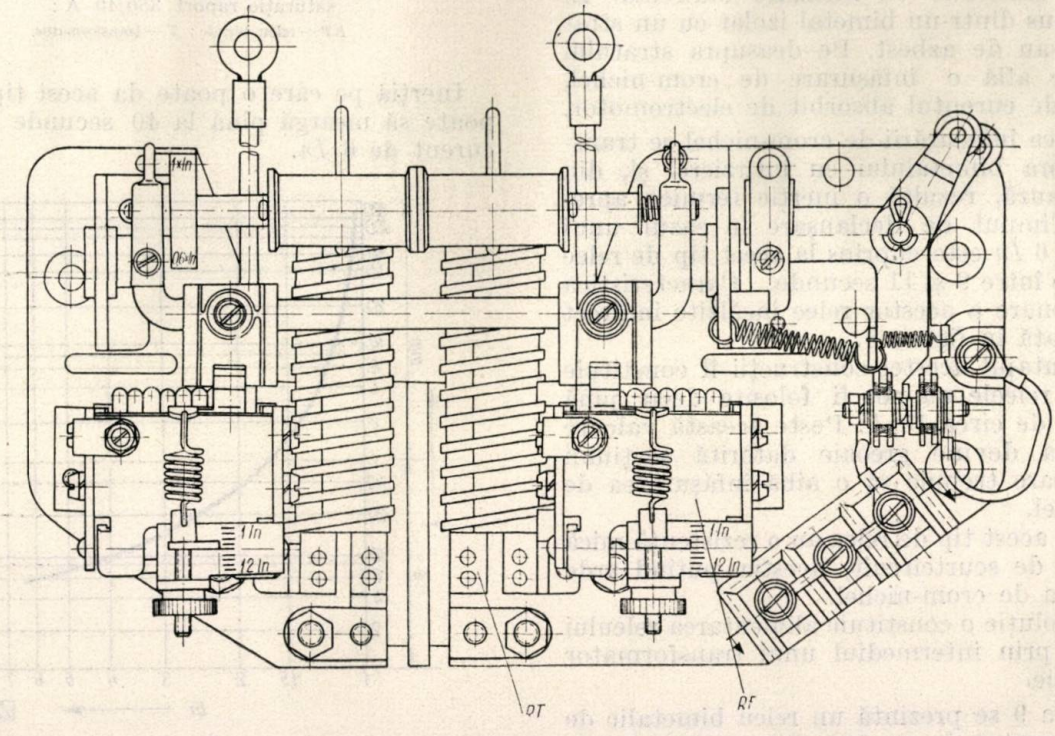


Fig. 7. Grup de relee electromagnetice și bimetalice cu încălzire indirectă :

RT — releu termic ; RE — releu electromagnetic.

contactor auxiliar, comandat de un releu temporizat.

La a doua soluție electromotorul este protejat și în timpul perioadei de pornire, însă construcția se complică foarte mult.

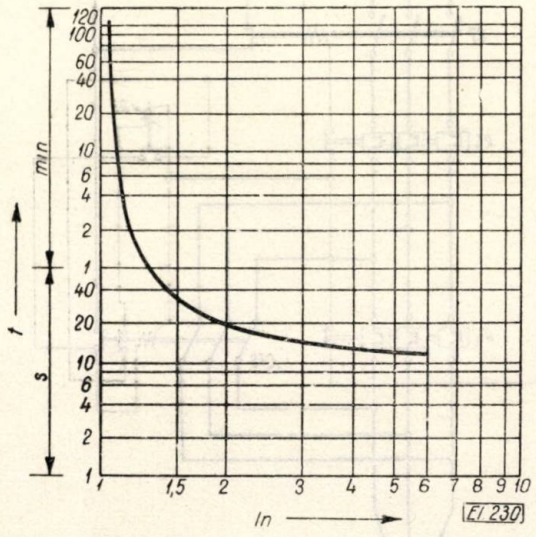


Fig. 8. Caracteristica de funcționare a unui releu cu încălzire indirectă.

Pentru realizarea unor construcții mai simple, firmele constructoare de aparate au conceput alte soluții [10].

Una din acestea se bazează pe inerția termică rezultată în cazul încălzirii indirecte a releului bimetalic. În figura 7 este reprezentat un astfel de releu bimetalic cu încălzire indirectă. El este compus dintr-un bimetal izolat cu un strat de mică sau de azbest. Pe deasupra stratului izolant se află o înfășurare de crom-nichel, parcursă de curentul absorbit de electromotor.

Încălzirea înfășurării de crom-nichel se transmite asupra bimetalului cu întîrziere și, din această cauză, rezultă o inerție termică apreciabilă. Timpul de declanșare în cazul unui curent de 6 *In* este cuprins la acest tip de relee bimetalice între 9 și 11 secunde. Caracteristica de funcționare a acestor relee încălzite indirect este indicată în figura 8.

Dezavantajul acestei construcții îl constituie faptul că releele nu pot fi folosite decît pînă la curenți de circa 10 A. Peste această valoare construcția devine greoaie datorită secțiunii mari pe care trebuie să o aibă înfășurarea de crom-nichel.

În plus, acest tip de relee au o rezistență mică la curenți de scurtcircuit, aceștia putînd arde înfășurarea de crom-nichel.

O altă soluție o constituie alimentarea releului bimetalic prin intermediul unui transformator cu saturație.

În figura 9 se prezintă un releu bimetalic de 40 A, alimentat de un transformator cu saturație cu raportul 350 la 40 A.

Caracteristica de declanșare a unui releu bimetalic cu transformator cu saturație este indicată în figura 10.

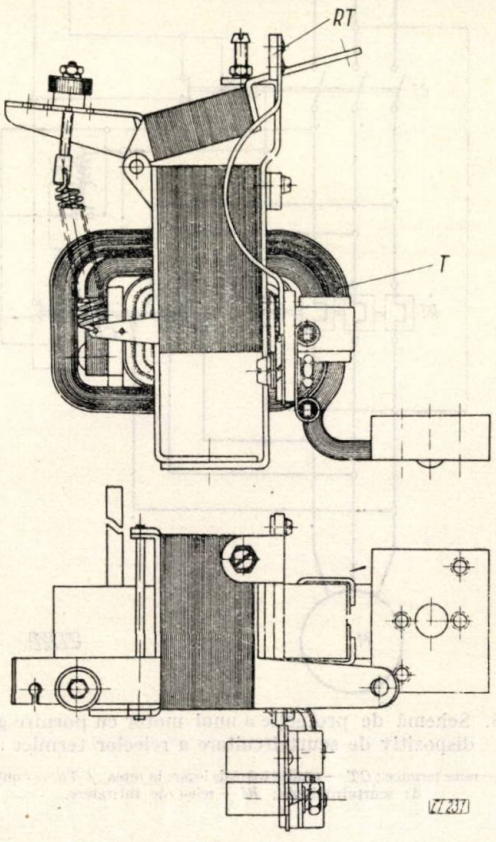


Fig. 9. Releu bimetalic alimentat cu transformator cu saturație raport 350/40 A:
RT — releu termic; *T* — transformator.

Inerția pe care o poate da acest tip de releu poate să meargă pînă la 40 secunde [5] la un curent de 6 *In*.

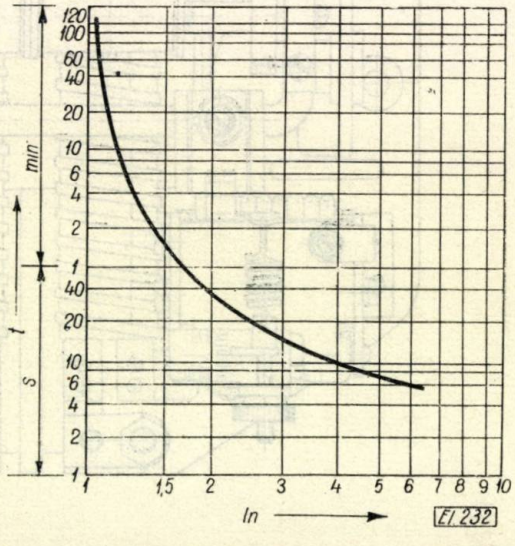


Fig. 10. Caracteristica de funcționare a unui releu alimentat prin transformator cu saturație.

4. Influența regimului de funcționare

În exploatarea motoarelor se deosebesc trei feluri de regimuri de funcționare.

4.1. Regim de funcționare continuu sau de durată, în care perioada de funcționare este

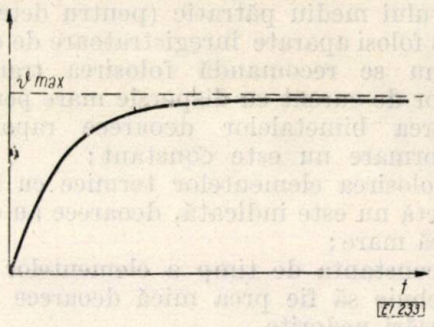


Fig. 11. Curba de încălzire a releului termic în cazul regimului termic în regim de durată.

așa de mare încît încălzirea înfășurării ajunge la stabilizare. În figura 11 este reprezentată curba de încălzire în cazul regimului de durată.

Protecția prin relee bimetalice, în cazul regimului de durată, nu pune probleme speciale. În această situație curentul nominal al releului se alege egal cu curentul nominal al motorului. Dacă constanta de timp a încălzirii releului este mai mică decît cea a motorului, declanșarea la suprasarcină va avea loc înainte ca motorul să atingă temperatura limită.

4.2. Regim de funcționare de scurtă durată, la care încălzirea motorului în timpul perioadei de funcționare nu atinge valoarea limită, iar pauza este așa de mare încît motorul se răcește complet. La motoarele destinate acestui regim de funcționare se indică, pe lîngă puterea nominală în regim de scurtă durată, și timpul cît motorul poate debita această putere fără a depăși temperatura maximă admisibilă.

4.3. Regim de funcționare intermitent, caracterizat printr-o succesiune de perioadă de funcționare și de pauză, însă pauzele nu sînt suficient de mari pentru răcirea completă a motorului.

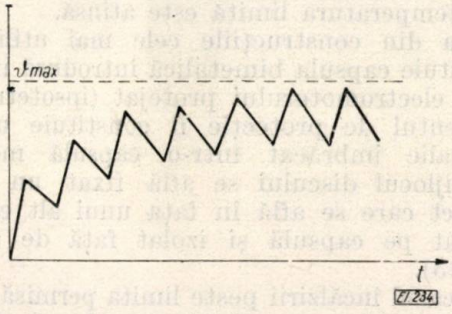


Fig. 12. Curba de variație a încălzirii releului termic în funcție de timp în cazul regimului intermitent.

Curba de variație a încălzirii, în cazul regimului intermitent, este indicată în figura 12.

Regimul intermitent este determinat de numărul de conectări pe oră și de durata de conectare.

Numărul de conectări pe oră, fixat prin norme, este indicat în tabela 2.

Tabela 2

Categorie	Număr de conectări pe oră
I	pînă la 30
II	de la 30 la 150
III	de la 150 la 600
IV	de la 600 la 1 200
V	de la 1 200 la 3 000

În exploatarea electromotoarelor numărul de conectări pe oră variază în limite largi; ca orientare, în tabela 3 este indicat numărul de conectări în funcție de felul instalației.

Tabela 3

Categoria	Felul instalației	Numărul de conectări pe oră sau pe zi
I	Întreruptoare principale pentru instalații de distribuție	Pînă la 1 conectare pe zi
	Mașini pentru tăiat lemn, prese rotative, prese cu imprimare rapidă	Pînă la 15 conectări pe oră
	Centrifuge, comandă automată pentru rezervoare de fermentare, ferăstraie și foarfeci mecanice, mașini de găurit	Pînă la 30 conectări pe oră
II	Comanda automată a pompelor și compresoarelor, prese pentru mase plastice fără ventilare automată, macarale pentru ateliere și șantiere, ascensoare, palane	Pînă la 60 conectări pe oră
	Strunguri normale, prese, mașini de rectificat, comenzi pentru cuptoare electrice și instalații de încălzit.	Pînă la 120 conectări pe oră
III	Mașini pentru industria textilă, strunguri speciale, macarale de montaj, inversoare pentru mașini de spălat, cabestane, prese de decupat cu comandă magnetică	Pînă la 300 conectări pe oră
IV	Strunguri-revolver, strunguri speciale pînă la 2 kW.	Pînă la 1.000 conectări pe oră
V	Raboteze cu comandă electrică (pînă la 2 kW), comenzi auxiliare pentru laminoare, mașini textile speciale	Pînă la 3 000 conectări pe oră

Dacă notăm cu Tf timpul de funcționare și cu Tt timpul total, vom constata că în marea majoritate a cazurilor în exploatare avem între cei doi timpi proporții variabile în decursul unei perioade de funcționare. De asemenea, curentul absorbit poate varia în limite largi în decursul timpului de lucru Tf.

Cazul cel mai defavorabil este acela al macaralelor electrice unde apar sarcini, număr de acționări și durate de acționare foarte variabile.

Raportul dintre timpul de funcționare Tf și timpul total Tt se numește durată relativă de acționare (DA) sau durată relativă de conectare (DC) și se notează în procente din timpul total Tt. Adică $DC\ (\%) = 100\ \frac{Tf}{Tt}$. Durata de conectare a fost normalizată fixîndu-se următoarele valori: 10%, 25%, 40%, 60% sau 100%.

În cazul unei funcționări uniforme, valoarea duratei de conectare se calculează din timpii unei singure perioade de lucru. La o funcționare cu număr de conectări și frecvență de conectare variabile este necesar să se ia în considerare valoarea medie a perioadei în care apar solicitările maxime, ținînd seama că acestea trebuie suportate de motor și de întreruptorul de protecție, fără a produce declanșarea și oprirea instalației. În cazul funcționării intermitente, curentul nominal In trece numai în timpul perioadei de funcționare Tf.

În timpul pauzei $Tt - Tf$ motorul nu absoarbe curent. Media pătratică a curentului care străbate întreruptorul automat este deci în toate cazurile mai mică decît In și anume este egală cu

$$Im = In\sqrt{DC} \quad \text{sau} \quad In = \frac{Im}{\sqrt{\frac{DC}{100}}},$$

deoarece raportul $\frac{Tf}{Tt}$ se poate exprima cu ajutorul lui DC.

Pentru diferite durate de conectare, curentul mediu pătratic va fi deci:

$$DC = 10\%\ \ Im = 0{,}317\ In$$
$$DC = 25\%\ \ Im = 0{,}500\ In$$
$$DC = 40\%\ \ Im = 0{,}630\ In$$
$$DC = 60\%\ \ Im = 0{,}775\ In$$

Valorile indicate mai sus sînt aproximative, deoarece nu țin seama de curentul absorbit în timpul perioadei de pornire.

Curentul de pornire are valori diferite în funcție de tipul motorului. Motoarele asincrone trifazate cu rotorul în scurtcircuit absorb curenți de 5—6 In, iar motoarele cu inele colectoare curenți de 2—2,5 ori curentul nominal.

4.5. Pentru a proteja motoarele cu pornire intermitentă au fost studiate și propuse multiple soluții. Cea mai simplă soluție rămîne totuși utilizarea protecției cu relee termice cu bimetal. Această soluție este satisfăcătoare dacă se respectă următoarele condiții:

1) valoarea timpului de funcționare Tf și curenții ce apar în timpul funcționării trebuie să fie bine cunoscuți în scopul determinării curentului mediu pătratic (pentru determinare se pot folosi aparate înregistratoare de curent);

2) nu se recomandă folosirea transformatoarelor de curent cu dispersie mare pentru alimentarea bimetalelor deoarece raportul de transformare nu este constant;

3) folosirea elementelor termice cu încălzire indirectă nu este indicată, deoarece au o inerție termică mare;

4) constanta de timp a elementelor termice nu trebuie să fie prea mică deoarece produce declanșări nedorite.

În general, se admite protecția prin relee termice normale în cazul unui regim intermitent avînd pînă la 30 conectări pe oră. Pentru regimuri cu număr mai mare de conectări pe oră se admite protecția prin relee termice normale dacă se respectă următoarele condiții:

— număr de conectări, pînă la 60 conectări/oră;
— durata de acționare, 40%;
— timp de pornire pînă la 1 secundă;
— curentul de pornire, 5 la 6 ori curentul nominal.

Cu toate acestea, protecția prin relee bimetalice normale a electromotoarelor funcționînd în regim intermitent variabil nu este complet satisfăcătoare, deoarece prin schimbarea numărului de conectări și a duratei de conectare se schimbă condițiile de protecție.

O soluție mult mai eficace o constituie protecția prin supravegherea directă a temperaturii motorului. Această soluție nu este nouă și au fost făcute numeroase încercări pentru a o realiza în mod practic. Există diferite mijloace prin care se poate măsura temperatura mașinii și provoca declanșarea întreruptorului atunci cînd temperatura limită este atinsă.

Una din construcțiile cele mai utilizate o constituie capsula bimetalică introdusă în bobinajul electromotorului protejat (ipsoterm) [7]. Elementul de protecție îl constituie un disc bimetalic îmbrăcat într-o capsulă metalică. În mijlocul discului se află fixat un nit de contact care se află în fața unui alt contact, montat pe capsulă și izolat față de aceasta (fig. 13).

În cazul încălzirii peste limita permisă, discul bimetalic se încovoaie brusc și produce închiderea contactului. Capsula bimetalică se introduce în interiorul bobinajului în capetele bobinelor statorice. Transmiterea de căldură de la bobinaj la capsula bimetalică trebuie să fie cît mai bună, pentru a reduce cît mai mult inerția de declanșare.

Temperatura de conectare a bimetalului este fixă. Se construiesc capsule cu diferite temperaturi de funcționare, cuprinse între 90 și 180°C.

Diferența dintre temperatura de conectare și cea de deconectare este de 10...15°C. În

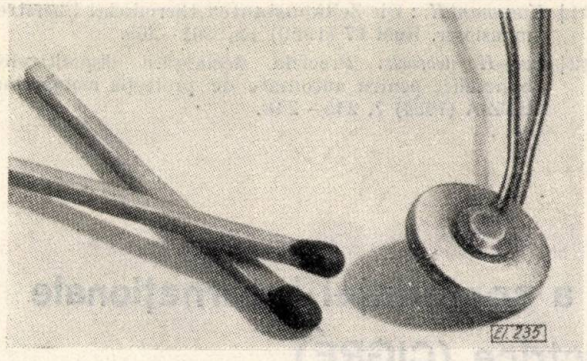


Fig. 13. Capsulă bimetalică pentru protecția electromotoarelor.

acest fel motorul oprit de capsula bimetalică poate porni relativ repede după răcirea corespunzătoare a bobinajului.

Pentru a asigura o funcționare fermă, instalația este astfel realizată încît contactul să conecteze curenți mici (prin folosirea unui releu intermediar). În scopul realizării unui regim optim de funcționare se folosesc mai multe capsule bimetalice legate în paralel (fig. 14).

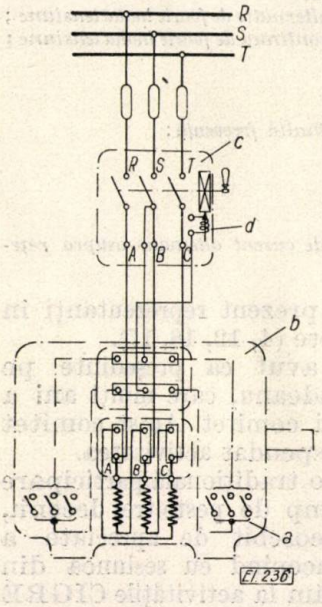


Fig. 14. Exemplu de schemă de protecție cu capsule bimetalice:
a — capsule bimetalice; *b* — electromotor; *c* — întreruptor de protecție; *d* — releu de declanșare.

Folosirea capsulelor bimetalice, care supraveghează direct regimul termic al motorului, permite o protecție optimă împotriva încălzirii bobinajelor peste limita admisibilă. Acest mod de protecție a electromotoarelor poate fi folosit atît pentru motoarele cu funcționare intermitentă cît și pentru motoarele cu pornire grea. Motoarele care suportă un număr mare de inversări, comutări de poli etc. sînt protejate în mod eficace de capsulele bimetalice. În afară de aceasta, capsulele protejează motoarele și în cazul răcirii defectuoase prin depuneri de praf în canalele de răcire, obturarea deschiderilor de ventilație, defectarea ventilatoarelor de răcire etc.

Dezavantajul protecției prin capsule bimetalice îl constituie faptul că instalația se complică. De asemenea, folosirea capsulelor bimetalice nu exclude utilizarea releelor bimetalice clasice. În special la motoarele de mare putere cu rotorul în scurtcircuit cu dublă colivie, colivia exterioară este slab dimensionată și poate atinge temperaturi ridicate în cazul blocării rotorului.

Este necesar în acest caz să se folosească releele bimetalice obișnuite ca protecție suplimentară (declanșarea producîndu-se în cîteva secunde).

5. Concluzii

Din cele de mai sus rezultă că eficacitatea protecției prin relee termice depinde de mai mulți factori:

5.1. Folosirea tipului de relee bimetalice potrivit pentru regimul de funcționare a electromotorului.

Pentru porniri grele se vor utiliza relee bimetalice cu inerție termică mare.

La funcționarea intermitentă se vor folosi relee bimetalice clasice reglate în funcție de durata de acționare. Pentru funcționarea intermitentă cu durată variabilă de acționare se vor folosi capsule bimetalice montate chiar în bobinaj.

În anumite cazuri se elimină complet protecția prin relee bimetalice, folosindu-se în acest caz motoare dimensionate corespunzător. Putem cita, de exemplu, tracțiunea electrică urbană — tramvaie și troleibuze. Electromotoarele folosite în acest caz nici nu pot fi protejate în mod corespunzător, datorită faptului că sarcina, numărul de acționări și durata de acționare se schimbă în funcție de necesitățile traficului de călători.

Prezența protecției prin relee termice în acest caz nu ar face decît să încurce, întrucît nu ne putem imagina tramvaie oprite pe traseu așteptînd să se răcească electromotorul. În aceste situații electromotorul se dimensionează pentru situația cea mai dificilă: sarcină, frecvență de acționare și durată de conectare maxime.

5.2. Montarea corespunzătoare a aparatelor de protecție și anume pe cît posibil în același spațiu cu electromotoarele protejate. Dacă acest lucru nu este posibil se vor monta în încăperi cu aproximativ aceeași încălzire.

5.3. Alegerea unui motor de putere corespunzătoare pentru a suporta sarcinile impuse de condițiile de exploatare. Numai în cazul unui motor corespunzător releele bimetalice pot realiza o protecție eficace. Un motor subdimensionat nu poate fi protejat nici de cel mai bun releu bimetalic.

Bibliografie

[1] *Vorobiev I. A., Cafnelson O. G.*: Termobimetalul și aplicațiile lui în construcțiile de aparate și automatizări. Editura Energetică de Stat, București, 1953.
[2] *Cosmin Gh., Tomoioagă R.*: Contribuții la calculul releelor termice pentru protecția motoarelor. Electrotehnica **8** (1960) 7, 233–243.
[3] *Blaschke, H.*: Motorschutz, Verlag Tehnik Berlin 1954.
[4] *Meyer, H.*: Noi declanșatoare bimetalice cu pachete de lamele. AEG Mitteilungen **48** (1958) 4/5, 232–235.
[5] *Grau E.*: Die AEG – Wandlerauslöser bw 50 und bw 200 für Schweranlauf. AEG – Mitt. **50** (1960) 5, 224–225.
[6] *Hopferwieser, E. St.*: Investigations sur le protecteur „Ipsotherme" BBC. (1954) 5, 145–149.
[7] *Hopferwieser, E. St*: Der „Ipsotherm" Motorschutz BBC. (1951) 8.
[8] *Stupeli, A. F.*: Relee de protecție și automatizare. Editura Energetică de Stat, București, 1952.
[9] STAS 553 – 60, VDE 0660.
[10] Cataloage și prospecte (Klöckner-Moeller, EAW, Brown-Boveri).
[11] *Kummant K.*: Die Zeitkonstanten thermischer Überstromauslöser. EuM **67** (1950) 12, 361–365.
[12] *Laig-Horstebrock*: Precizia declanșării dispozitivelor bimetalice pentru automate de protecția motoarelor. ETZ-A (1954) 7, 245–248.

Lucrările celei de-a 18-a sesiuni a conferinței internaționale a marilor rețele electrice (CIGRÉ)

Paris, iunie 1960

CZ 621.311 : 061.3 CIGRÉ „1960"

Obiectul conferinței

Între 15 și 25 iunie 1960 a avut loc la Paris a 18-a sesiune a CIGRÉ. În conformitate cu principiile de organizare și cu tradiția, începînd din anul 1921, sesiunile bienale au loc cu regularitate în acest oraș.

Se știe că scopul acestei organizații, care funcționează sub auspiciile Comisiei Electrotehnice Internaționale, îl constituie urmărirea și popularizarea progresului tehnic din următoarele domenii:

– fabricarea și comportarea în exploatare a materialului de producție, transformarea și întreruperea curentului electric;

– construcția, izolația și întreținerea liniilor aeriene și subterane;

– exploatarea, protecția și interconexiunea rețelelor;

– tehnica specială a tensiunilor peste 220 kV.

Prin prezentarea de rapoarte și prin discuții se urmărește cunoașterea și dezbaterea a tot ceea ce este nou, separarea a ceea ce este bun de ce este mediocru sau necorespunzător și clasarea și reținere a aceea ce constituie un progres real.

CIGRÉ acționează prin următoarele căi și mijloace:

– congrese internaționale periodice (sesiuni);

– comitete de studii;

– schimburi de informații și organizarea de anchete pe scară internațională;

– publicarea rapoartelor, a dărilor de seamă ale sesiunilor, ale comitetelor de studii, publicarea buletinelor periodice (Electro) etc.

Comitetele de studii asigură continuitatea lucrărilor între sesiuni. Ele sînt organizate pe specialități în felul arătat în lista de mai jos:

Nr. 1 *Uleiuri izolante*;
Nr. 2 *Cabluri de înaltă tensiune*;
Nr. 3 *Întreruptoare*;
Nr. 4 *Protecție și relee*;
Nr. 5 *Izolatoare*;
Nr. 6 *Conductoare neizolate*;
Nr. 7 *Stîlpi și fundații*;
Nr. 8 *Supratensiuni și trăsnete*;
Nr. 9 *Transport prin curent alternativ de foarte înaltă tensiune*;
Nr. 10 *Transport prin curent continuu de foarte înaltă tensiune*;
Nr. 11 *Perturbații*;
Nr. 12 *Transformatoare*;
Nr. 13 *Stabilitatea rețelelor*;
Nr. 14 *Telecomunicații prin înaltă frecvență*;
Nr. 15 *Coordonarea izolației*;
Nr. 16 *Fenomene reactive*;
Nr. 17 *Alternatoare*;
Nr. 18 *Condensatoare*;
Nr. 19 *Acțiunea căilor ferate de curent alternativ asupra rețelelor electrice.*

Țara noastră are în prezent reprezentanți în patru din aceste comitete (4, 12, 16, 17).

Comitetul nr. 16 a avut ca președinte pe regretatul acad. C. Budeanu, care mulți ani a fost animatorul acestui comitet. Acest comitet pentru moment și-a suspendat activitatea.

Țara noastră a avut o tradițională participare la lucrările CIGRÉ timp de peste trei decenii, datorită activității deosebit de apreciate a acad. C. Budeanu. Începînd cu sesiunea din anul 1956, noi participăm la activitățile CIGRÉ prin rapoarte, discuții în cadrul sesiunilor, în comitetele și grupele de studii.

Colaborarea noastră cu CIGRÉ se face prin intermediul Comitetului național romîn, care activează în cadrul ASIT. În prezent, există 16 comitete naționale care sînt alese de comembri

permanenți, care pot fi persoane fizice sau morale (societăți, instituții, laboratoare, ministere etc.).

Comitetul național romîn CIGRÉ a trimis la congres o delegație compusă din următoarele persoane: *A. Georgescu*, director general adjunct la D.G.E.E. din M.I.G. (șeful delegației); *C. Apetrei*, director adjunct al Institutului de Energetică al Acad. R.P.R.; *N. Cocoș*, din cadrul M.I.G.; *L. Groza*, inginer șef de proiect la I.S.P.E.; *P. Militaru*, inginer șef la I.S.P.E.

Recent, Comitetul național romîn care activează în cadrul ASIT a fost reorganizat în modul următor: președinte: ing. *Adrian Georgescu*, director g-ral adj. al D.G.E.E.; vicepreședinte: prof. *Cornel Penescu*, prorector și profesor la Inst. politehnic București; secretar: ing. *Liviu Groza*, inginer șef de proiect la I.S.P.E.; membrii: prof. *Martin Bercovici*, membru corespondent al Academiei R.P.R. și prof. la Inst. politehnic București; prof. *I. S. Antoniu*, de la Inst. politehnic București; conf. ing. *C. Apetrei*, director științific adj. al Inst. de Energetică al Acad. R.P.R.; ing. *Nic. Armencoiu*, director al I.S.P.E.; ing. *V. Bunea*, inginer proiectant la uzinele „Klement Gottwald"; conf. *Emil Constantinescu*, inginer șef. al I.S.P.E.; prof. *V. Corlăteanu*, de la Inst. politehnic Iași; ing. *Paul Dimo*, inginer specialist la I.S.P.E.; ing. *Ștefan Feldman*, inginer șef al U.P.D.E.; conf. ing. *Gheorghe Hortopan*, director al I.C.E.T.; conf. ing. *Călin Mihăileanu*, inginer la I.R.M.E.; ing. *Paul Militaru*, inginer șef al I.S.P.E.; conf. ing. *Nic. Moldoveanu*, inginer șef al Inspecției Energetice; ing. *Vasile Nitu*, inginer șef al I.S.P.E.

Comitetele naționale asigură participarea la conferință, redactarea rapoartelor și transmiterea lor, recrutează adeziuni, organizează reprezentarea țării la sesiuni, popularizează lucrările conferinței etc.

Membrii permanenți aleg un Consiliu de administrație pe o durată de doi ani, în cadrul unei adunări generale, care se ține de obicei în timpul sesiunii. Președintele actual al Consiliului de administrație este G. Silva (Italia), iar vicepreședinte și delegat general este J. Tribot-Lespière (Franța).

Organizarea sesiunii 1960

Interesul care-l prezintă această organizație pentru tehnicienii din lumea întreagă este evidențiat de numărul crescînd de țări și persoane participante de la înființare și pînă în prezent. Astfel, numărul țărilor participante a fost de 12 în anul 1921, de 29 în anul 1929, de 41 în anul 1939, de 30 în anul 1946, de 45 în anul 1952 și de 47 în anul 1960. În ceea ce privește numărul congresiștilor, acesta a prezentat o creștere continuă și mai accentuată, după cum urmează: 231 în anul 1921, 703 în anul 1929, 814 în anul 1939, 877 în anul 1946, 1 051 în anul 1952 și 1 908 în anul 1960.

Un număr de 120 de organizații internaționale au fost reprezentate la sesiunea CIGRÉ din anul 1960, printre care:

— Organizația Națiunilor Unite pentru educație, știință și cultură (UNESCO);
— Oficiul European al Națiunilor Unite de la Geneva;
— Comitetul Consultativ Internațional al Telegrafelor și Telefoanelor (CGITT);
— Uniunea Internațională a Producătorilor și Distribuitorilor de energie electrică (UNIPEDE).
— Comisia Electrotehnică Internațională (CEI);
— Conferința Mondială a Energiei;
— Organizația Internațională de Normalizare (ISO).

Pentru a ușura programul sesiunilor, Consiliul de administrație a hotărît în anul 1955 ca anumite subiecte din programul general CIGRÉ să nu fie discutate decît din două în două sesiuni, adică la intervale de patru ani. Ca urmare a acestei hotărîri, în anul 1960 au fost puse în discuție următoarele grupe de rapoarte:

Secția 1. *Producerea, transformarea și întreruperea curentului*:
Grupa 11 „Alternatoare";
Grupa 12 „Transformatoare";
Grupa 13 „Întreruptoare".
Secția a 2-a. *Construcția, întreținerea și izolarea liniilor*:
Grupa 21 „Cabluri de înaltă tensiune";
Grupa 22 „Stîlpi și fundații";
Grupa 23—24 „Linii aeriene. Vibrații";
Grupa 25 „Izolatoare".
Secția a 3-a. *Exploatarea, protecția și interconectarea rețelelor*:
Grupa 31 „Protecție și relee";
Grupa 32 „Concepția și funcționarea rețelelor. Stabilitatea";
Grupa 33 „Supratensiuni și trăsnete".
Secția a 4-a. *Tensiuni mai mari* de 220 kV:
Grupa 42. „Linii de foarte înaltă tensiune";
Grupa 43 „Curent continuu".

Rapoartele din anul 1960, în număr de 132, sînt repartizate pe secțiuni, după cum urmează:

Secția 1	43
Secția a 2-a	35
Secția a 3-a	16
Secția a 4-a	18
	132

Aceste rapoarte sînt repartizate între diferitele țări astfel:

U.R.S.S., S.U.A., Franța, Anglia și Germania cîte	8 rapoarte
Elveția cîte	7 rapoarte
Suedia, Belgia, Italia și Japonia cîte	6 rapoarte
Canada cîte	4 rapoarte
Norvegia, Polonia și Olanda cîte	3 rapoarte
Romînia, Cehoslovacia, Finlanda, Ungaria și Bulgaria cîte	2 rapoarte
Austria, Maroc, Irlanda, Israel, Iugoslavia și Australia cîte	1 raport

În afară de acestea, au fost prezentate cinci rapoarte mixte de autori aparținînd mai multor țări și 27 de rapoarte ale comitetelor de studii. Dintre aceste rapoarte, patru reprezentau dări

de seamă ale lucrărilor a patru comitete de studii, ale căror obiecte nu erau pe ordinea de zi a sesiunii și care au fost prezentate pentru informare, însă nu au fost discutate.

Cele două rapoarte prezentate de țara noastră au fost următoarele :

Raport nr. 125, ing. Gh. Hortopan: *O nouă relație privind încercările de șoc ale transformatoarelor* (la grupa 12 — Transformatoare);

Raport nr. 220, ing. E. Constantinescu și ing. N. Borza: *Studiu asupra determinării coeficienților economici de siguranță ai liniilor electrice aeriene* (la grupa 2—24 Linii Aeriene-Vibrații).

De asemenea, o parte din raportul nr. 334, privind lucrările grupului de studii despre protecție și relee, a fost redactat de ing. C. Mihăileanu sub titlul „*Comportarea releelor direcționale în regim dezechilibrat*".

Secretariatul general CIGRÉ a reușit ca la 20 aprilie 1960 să expedieze participanților înscriși pînă la acea dată textele tuturor celor 132 rapoarte în limba franceză (2 997 pagini) sau în limba engleză (2 789 pagini). În acest fel congresiștii au putut studia din timp conținutul rapoartelor, pentru a lua parte activă la discuții și a împărtăși celorlalți delegați rezultatele experienței proprii în problema respectivă.

Fiecare grupă de rapoarte, care s-a discutat în timpul unei ședințe, a avut ca de obicei un raportor special însărcinat să studieze dinainte rapoartele grupei și să stabilească lista subiectelor care meritau să fie discutate. În timpul sesiunii nu se face nici o prezentare a rapoartelor, presupunîndu-se că participanții au luat cunoștință de rapoartele care-i interesează.

Ședința de deschidere a sesiunii a avut loc miercuri 15 iunie 1960, ora 17. Dl. Jeanneney, ministrul industriei, a salutat congresiștii în numele guvernului francez.

A luat, de asemenea, cuvîntul președintele Consiliului de administrație, G. Silva. Doi congresiști, unul în numele congresiștilor de limbă engleză, J. Möllorêj (Danemarca), și celălalt în numele celor de limbă franceză, M. Vidmer (Iugoslavia), au adresat cuvinte de salut și mulțumire prezidiului congresului și participanților la congres. Ședința s-a încheiat printr-o conferință cu proiecții a d-lui P. Aillerat, asupra evoluției energeticii și a rețelelor electrice franceze.

Toate cele 18 comitete de studii au ținut ședințe de lucru în cursul sesiunii, unele chiar trei sau patru ședințe. La aceste ședințe au participat numai membrii comitetelor. Tov. ing. C. Apetrei a luat parte la Comitetul de studii nr. 17 „Alternatoare", al cărui membru este.

Raportul nr. 125 al tov. ing. G. Hortopan a fost subliniat în cadrul raportului special al grupei 12, cerîndu-se să se facă în cadrul discuțiilor comentarii cu privire la încercările de șoc și la relația dintre generatoarele de șoc și transformatoarele în încercări.

Raportul nr. 220 al tov. ing. E. Constantinescu și ing. N. Borza a fost prezentat în raportul special al grupei 23—24, ca o problemă separată de discutat, subliniindu-se că este o încercare foarte interesantă de stabilire a coeficienților de siguranță ai liniilor electrice aeriene pe baza studiului statistic al frecvenței suprasarcinilor de chiciură și vînt. La această problemă au luat cuvîntul patru delegați, și anume : N. G. Simpson (Anglia), L. Paris (Italia), P. Militaru (Romînia) și Cabanes (Franța).

Delegații romîni la sesiunea CIGRÉ din anul 1960 au făcut mai multe intervenții în ședințele de lucru ale diferitelor grupe de rapoarte. Astfel, tov. ing. A. Georgescu — șeful delegației — a luat cuvîntul la grupa 42 (Linii de foarte înaltă tensiune) în problema treptelor de tensiune peste 220 kV, prezentînd cu această ocazie și interconexiunea de 400 kV R. P. Romînă, R. S. Cehoslovacă și la grupa 11 (Alternatoare) în problema funcționării turboalternatoarelor drept compensatoare sincrone. Tov. ing. P. Militaru a luat cuvîntul la grupa 23—24 (Linii aeriene — Vibrații), în problema coeficienților de siguranță ai liniilor, pe marginea raportului romînesc nr. 220. Tov. ing. Liviu Groza a luat cuvîntul de două ori la grupa 32 în problema reglajului de frecvență-putere, pe marginea rapoartelor nr. 320 și 328, în legătură cu determinarea timpului de lansare a rețelelor și în problema mijloacelor auxiliare pentru calculul rețelelor, pe marginea rapoartelor nr. 324 și 331 asupra folosirii diferitelor metode de calcul și a mașinilor electronice de calcul în R. P. Romînă. Tov. conf. ing. C. Apetrei a luat cuvîntul de trei ori la grupa 11 (Alternatoare) în problema efectuării probelor de izolație a alternatoarelor în curent continuu, în problema sistemului de excitație și asupra criteriilor de stabilire a schemei optime de excitație și în problema calculului cuplului asincron în rotoarele masive.

În ziua de 25 iunie ora 10,30 a avut loc ședința de închidere a sesiunii. O serie de congresiști au făcut propuneri pentru îmbunătățirea organizării sesiunilor viitoare. Președintele Consiliului de administrație, G. Silva, a mulțumit tuturor celor care au contribuit la buna organizare a lucrărilor sesiunii. De asemenea, a mulțumit raportorilor speciali, autorilor de rapoarte, președinților de ședințe, președinților de comitete de studii, secretarilor și interpreților simultani și în general tuturor celor care și-au dat concursul pentru a asigura sesiunii din anul 1960 același succes ca și precedentelor. La sfîrșit președintele a dat tuturor întîlnire la sesiunea din anul 1962, care va fi a 19-a de la înființarea organizației.

M. P.

Lucrările grupelor electrotehnice

CZ 621.313.32

Grupa 11 Generatoare

1. Considerații generale

1.1. În cadrul sesiunii CIGRÉ din anul 1960, problemelor privitoare la construcția și funcționarea generatoarelor sincrone de mare putere li s-a acordat, ca și în cadrul sesiunilor precedente, o atenție deosebită. În cadrul grupei 11, „Generatoare" au fost prezentate 11 rapoarte care tratează diferite aspecte constructive și funcționale ale mașinilor sincrone de mare putere; alte trei rapoarte, axate pe probleme de reglaj al tensiunii mașinilor sincrone, conțin elemente interesante și pentru constructorul de mașini electrice.

În legătură cu rapoartele prezentate la sesiune, pot fi făcute următoarele observații cu caracter general:

a) rapoartele din actuala sesiune, spre deosebire de sesiunile anterioare, au tratat în principal probleme de natură funcțională, de comportare a mașinilor sincrone în condițiile exploatării sistemelor electroenergetice;

b) spre deosebire de alte domenii, cum ar fi de exemplu cel al transformatoarelor, studiile și cercetările efectuate în țara noastră au, în general, obiectivele problemelor prezentate la actuala sesiune; rezultatele cercetărilor duse în R.P.R. în acest domeniu reprezintă contribuția romînească în rezolvarea problemelor ridicate pe plan internațional.

1.2. Această ultimă constatare se poate face și pe baza simplei enumerări a rapoartelor care au fost prezentate la sesiune:

1) „*Raport asupra lucrărilor Comitetului de Studii «Alternatoare»* (Nr. 17)" — P. Laurent, L. Carpentier, nr. 143 — raport care trece în revistă preocupările și realizările Comitetului nr. 17 în perioada anilor 1958—1960.

2) „*Măsurători dielectrice asupra izolației înfășurărilor statorice*" — A. Ritter, O. Wehlfahrt, nr. 122 — raport care tratează probleme atacate și de I.E. al Academiei, începînd din anul 1959.

3) „*Două aplicații ale studiului pe modele reduse în tehnica producerii de energie*" — raport care atacă problema utilizării auxiliarelor de calcul în rezolvarea problemelor de electroenergetică, metodă dezvoltată și în cadrul I.E. al Academiei R.P.R., începînd din anul 1959.

4) „*Studiu și aplicații practice ale funcționării asincrone a alternatoarelor sincrone* — L. G. Mamikonionț și I.A. Siromiatnikov, nr. 129 — problemă în care I.E. al Academiei R.P.R., în colaborare cu D.G.E.E., a stabilit în cursul anului 1959 rezultate teoretice și practice importante.

5) „*Alunecarea optimă la autosincronizarea generatoarelor conectate la rețelele de transport de energie* — I. Hono, C. Venosono, H. Yoshikawa, nr. 307 — problemă în care la sesiunea CIGRÉ din anul 1958 s-a adus contribuția R.P.R. prin prezentarea unui raport.

6) „*Excitația cu redresor cu semiconductoare și reglajul tensiunii unui grup de* 28 MVA *pentru serviciile auxiliare ale unei mari centrale termoelectrice*" — P. Pavesi, S. Simonetti, nr. 128.

7) „*Mașini sincrone de mare putere cu excitație cu redresoare, pentru variații bruște ale sarcinii care implică căderi dinamice de tensiune relativ mici*" — G. Hosemann, nr. 124. În problema sistemelor de excitație a mașinilor sincrone, tratată de ambele referate de mai sus, I.E. al Academiei R.P.R. a efectuat și efectuează cercetări, stabilind concluzii interesante care privesc direct activitatea Comitetului „Generatoare".

8) „*Funcționarea turboalternatoarelor în regim compensator sincron*" — E. B. Powel, W. Mutch, A. Stolewski, J. E. Toms, nr. 104 — raport care tratează o problemă în care D.G.E.E. are deja acumulată o experiență bogată.

9) „*Influența factorului de putere asupra dimensionării și pierderilor turboalternatoarelor*" — M. Duréault, P. Letrilliart, M. Therby, A. Valentin, nr. 133.

10) „*Proprietățile miezurilor încleiate ale mașinilor și transformatoarelor electrice*"—H. Brechno, nr. 118.

Din enumerarea rapoartelor se observă și problemele mari tratate și discutate în cadrul sesiunii; iată pe scurt aspectele mai importante împărțite pe grupuri de probleme; expunerea mai detaliată a conținutului rapoartelor se va face pentru fiecare raport în parte în ultima parte a anexei.

2. Probleme constructive și scheme de excitație ale mașinilor sincrone

2.1. Încercări ale izolației mașinilor electrice rotative de mare putere. Această problemă, deși în cadrul sesiunii nu este tratată decît în două rapoarte — nr. 143 și nr. 122 — , a constituit totuși o preocupare permanentă a Comitetului de Studii nr. 17, „Generatoare".

Discuțiile se duc în principal asupra metodicii de încercare a izolației mașinilor electrice în c.c.; se au în vedere mașinile noi și mașinile din exploatare. Experiența acumulată în acest domeniu a crescut, în prezent toți specialiștii fiind de acord asupra oportunității efectuării încercării izolației în c.c.

Merită a fi subliniat progresul manifestat în ceea ce privește metodica de măsurare a tensiunii care solicită izolația capetelor de bobină ale înfășurării la încercarea în c.c., problemă mult discutată la ora actuală.

2.2. Construcția circuitelor magnetice a mașinilor și transformatoarelor electrice prin procedeul nou de fabricație a încleierii tolelor cu adezivi sintetici. Noul procedeu poate prezenta avantaje constructive și economice — factor de umplere mare, micșorarea și uniformizarea pierderilor în fier etc. — meritînd a fi luat în considerare de către constructorii de mașini și transformatoare electrice.

2.3. Problema schemelor de excitație a fost atacată din două puncte de vedere : al definirii caracteristicilor dinamice — viteza de răspuns — a schemelor de excitație și al modificării structurii acestor scheme prin introducerea sistemelor de redresare statică.

Definițiile asupra vitezei de răspuns, date de P. Laurent și M. David, prezentate la sesiune, caută să aprecieze într-o mai mare măsură condițiile de funcționare concrete ale schemelor de excitație, neeliminînd însă arbitrarul în alegerea duratei de timp 0,55, introdusă de către Asociația inginerilor electricieni amer cani.

Schimbarea structurii schemelor de excitație a mașinii sincrone prin introducerea redresoarelor statice, în deosebi utilizarea semiconductoarelor, reprezintă un progres în tehnica construcției mașinilor sincrone ; experiența acumulată în acest domeniu, deși în prezent săracă, indică totuși avantajele schemelor cu redresoare în raport cu schemele înzestrate cu mașini rotative.

3. Probleme privind funcționarea generatoarelor sincrone în regimuri speciale

3.1. Funcționarea generatoarelor sincrone în regim asincron, neexcitate. Discutarea acestei probleme și prezentarea experienței acumulate privitor la acest regim special de funcționare, îndeosebi a celei sovietice, întărește mai mult poziția adoptată anterior de către specialiști, în sensul posibilității funcționării mașinii sincrone în regim asincron de durată, încărcată cu sarcini active importante în raport cu sarcina nominală. Și în prezent atenția a fost acordată, în primul rînd, aspectelor funcționale prezentate de acest regim — comportarea mașinii și a sistemului la care este racordată mașina ; contribuția romînească, care atacă problema din punct de vedere al constructorului de mașini (determinarea pierderilor mașinii la funcționarea în asincron în funcție de parametrii constructivi) apare deci, din acest punct de vedere, deosebit de valoroasă.

3.2. Funcționarea turbogeneratoarelor în anumite ore (cînd sistemul electromagnetic nu necesită puteri active importante) *în regim de compensator sincron* reprezintă o problemă actuală importantă din punct de vedere tehnic și economic.

Analiza în detaliu a acestui regim de funcționare, ca și considerațiile economice făcute în raportul nr. 104, arată posibilitatea deplină a funcționării turbogeneratorului în regim compensator cu consecințe economice bune asupra indicilor economici și sistemului electroenergetic. Anumite limitări pot interveni în cazul existenței capetelor magnetice, cînd pierderile în capetele de bobină la funcționarea în regim dezexcitat pot atrage după sine încălziri inadmisibile.

4. Probleme privitoare la dimensionarea mașinilor sincrone și condițiile economice de utilizare a acestora în sistem

4.1. Aceste probleme sînt atacate în raportul Comitetului de Studii „Generatoare" și în raportul nr. 133. Aspectele analizate constau în principal în determinarea influenței factorului de putere asupra indicilor tehnico-economici ai mașinii sincrone cu poli înecați și în compararea soluției producerii puterii reactive în cadrul centralelor electrice prin intermediul turbogeneratoarelor cu soluția compensatoarelor sincrone, respectiv a condensatoarelor statice.

Rezolvarea generală a acestei importante probleme este îngreuiată îndeosebi prin aceea că în analiza respectivă intervin structura sistemului, locul în sistem al injectării puterii reactive și locul consumatorului de putere reactivă ; dat fiind structura complexă și variațiile sistemului electromagnetic, extrapolarea rezultatelor și concluziilor este mult îngreuiată.

Reține totuși atenția metoda de analiză a acestei probleme în fiecare caz concret, precum și concluzia privitoare la avantajele tehnico-economice ale producerii puterii reactive prin turbogeneratoare, în cazul cînd consumatorii de putere reactivă sînt situați în apropierea centralei electrice.

În concluzie, pot fi făcute următoarele observații.

4.2. Problemele discutate sînt actuale și prezintă importanță practică pentru exploatarea sistemului electromagnetic în condiții optime ; unele indicații referitoare la aspectele constructive ale mașinilor sincrone pot fi utile și pentru constructorii de mașini. Materialul în discuție este indicat să fie analizat de către inginerii electroenergeticieni din țara noastră, care activează în cadrul centralelor electrice, al institutelor de proiectări și cercetări etc.

4.3. În majoritatea problemelor ridicate la sesiune, cercetarea și practica romînească sînt prezente ; este necesară însă intensificarea cercetărilor și experimentărilor, îndeosebi în domeniul încercării izolației mașinilor electrice în c.c., a

îndesirii schemelor de excitație a mașinilor sincrone cu redresoare statice și a realizării sistemelor magnetice prin încleiere cu rășini sintetice.

A. C.

CZ 621.314.2

Grupa 12 Transformatoare

1. Considerații generale

La sesiunea din 1960 a CIGRÉ, li s-a acordat o deosebită atenție problemelor privind construcția, funcționarea și încercarea transformatoarelor; 17 din cele circa 40 de rapoarte prezentate în actuala sesiune tratează diferite aspecte legate de transformatoarele de mare putere și înaltă tensiune. Interesul deosebit arătat problemelor privitoare la transformatoare trebuie explicat, în primul rînd, datorită dezvoltării impetuoase a sistemelor electroenergetice naționale, măririi gradului de interconexiune a sistemelor și transformării acestora în sisteme energetice unice naționale sau internaționale, introducerii pe scară tot mai largă a liniilor de transport la 380 și 400 kV, necesității interconectării sistemelor de înaltă tensiune (110 și 220 kV) cu sisteme de foarte înaltă tensiune (380, 400 și 500 kV). În legătură cu ultimul aspect sesizat trebuie subliniat locul central ocupat de tratarea sub diferite aspecte, constructive și funcționale, a problemelor privind autotransformatorul; trebuie menționat că circa jumătate din rapoartele din această grupă au ca obiect tratarea diferitelor probleme legate de construcția, comportarea în exploatare și încercarea autotransformatoarelor. Autotransformatorul este în prezent larg utilizat în posturile de transformare pentru ridicarea nivelului tensiunii liniilor existente, se utilizează în stațiile ridicătoare de tensiune ale centralelor electrice, este folosit pe scară largă pentru interconexiunea sistemelor de tensiuni diferite și reglarea tensiunii în puncte bine definite ale sistemului. S-au realizat unități trifazate sau monofazate la puteri de transfer de ordinul sutelor de MVA (÷300 MVA) la o gamă largă de tensiuni de ordinul sutelor de kV (380, 400, 500 kV).

Paralel cu realizările practice, a fost larg dezvoltată cercetarea științifică asupra transformatoarelor, elaborîndu-se noi metode de calcul — alegerea formei constructive, dimensionarea, calculul eforturilor electrodinamice etc. — și noi metode de măsură și încercări experimentale — cercetarea experimentală a eforturilor mecanice la care este solicitat transformatorul, încercării la supratensiuni de joasă frecvență și la unde de șoc etc.

În cele ce urmează se vor sublinia problemele mai importante rezultate din rapoartele prezentate la sesiune; nu se va intra în detaliu în redarea conținutului rapoartelor, acest lucru făcîndu-se separat prin prezentarea rezumatelor fiecărui raport; ordinea în care se vor face observațiile se păstrează identică cu cea expusă în raportul special al grupei 12.

2. Probleme privitoare la autotransformatoare

Asupra autotransformatoarelor au fost prezentate următoarele rapoarte:

1) „*Probleme particulare ale autotransformatoarelor de mare putere și înaltă tensiune*" — raport al Comitetului de Studii nr. 12 „Transformatoare", nr. 140.

2) „*Probleme referitoare la înfășurările serie ale autotransformatoarelor supuse tensiunilor de șoc, protejate prin paratrăsnete montate în paralel*, nr. 108 — Germania.

3) „*Probleme particulare ale autotransformatoarelor de mare putere și înaltă tensiune*", nr. 113 — Elveția.

4) „*Autotransformatoare de mare putere*", nr. 117 — Belgia.

5) „*Autotransformatoare de interconexiune la înaltă tensiune*", nr. 119 — Canada.

6) „*Utilizarea autotransformatoarelor în sistemele electrice de înaltă tensiune*", nr. 127 — U.R.S.S.

7) „*Autotransformatoarele* 380/225 kV *din rețeaua franceză*", nr. 138 — Franța.

În toate aceste rapoarte, un loc important îl ocupă considerațiile generale privind avantajele prezentate de utilizarea autotransformatoarelor și stabilirea criteriilor pe baza cărora se poate alege forma constructivă optimă. Din acest ultim punct de vedere prezintă un interes deosebit rapoartele nr. 140, 108, 113, 117, 139.

S-au dezbătut, de asemenea, următoarele probleme mai importante:

2.1. Funcțiunile, construcția, dimensionarea și protecția înfășurării terțiare a autotransformatorului. După cum este cunoscut, înfășurarea terțiară poate îndeplini următoarele funcțiuni mai însemnate: înfășurarea compensatoare și stabilizatoare, înfășurarea de putere, înfășurarea de excitație utilizată la încercările la tensiune indusă.

Dispunerea unei înfășurări terțiare pe miezul autotransformatorului ridică probleme privitoare la alegerea puterii — ca bază de pornire în calcul putîndu-se introduce o putere egală cu 1/3 din puterea transferată — la calculul înfășurării, din punctul de vedere al comportării la diferite scurtcircuite instantanee, considerînd parametrii rețelei la un moment dat și în perspectivă (impedanțele: directe, inverse și homopolare), probleme de protecție împotriva supratensiunilor etc.

Este important de remarcat faptul că în prezent se duc discuții ample, cu privire la oportunitatea echipării autotransformatorului cu înfășurarea terțiară, în cazul cînd ea nu îndeplinește rolul de înfășurare de putere; aceasta cu atît mai mult cu cît prevederea unei asemenea înfășurări, pe lîngă complicarea con-

strucției și a unor cheltuieli suplimentare, poate prezenta în anumite cazuri și inconveniente funcționale în sensul creșterii curentului de scurtcircuit în înfășurarea comună în cazul avariei fază-pământ pe partea tensiunii medii. Comportarea mulțumitoare în exploatare a unor autotransformatoare de mare putere fără înfășurare terțiară pune în discuție echiparea în toate cazurile cu o asemenea înfășurare.

2.2. Aspecte privind dispozitivele de reglare directă sau indirectă a tensiunii în sensul analizei modului cum acestea îndeplinesc funcțiunile impuse de sistem. În prezent, în afară de unitățile de puteri limită, echiparea autotransformatoarelor cu sistemul direct de reglare reprezintă soluția optimă din punct de vedere tehnic și economic. Un deosebit interes prezintă fixarea limitelor de variație a impedanțelor de scurtcircuit în cazul reglajului de tensiune, valoarea impedanțelor respective prezentînd interes atît pentru cei care exploatează sistemul, cît și pentru constructor, în sensul realizării variantei cu un cost minim și cu un grad de siguranță satisfăcătoare. Precizarea poziției rețelistului în această problemă ar asigura o mai mare libertate constructorului în proiectarea și realizarea autotransformatorului.

2.3. Probleme privitoare la protecția autotransformatoarelor împotriva undelor de tensiune atmosferice, la încercările la undă de impulsie etc. Aceste aspecte sînt tratate sau schițate în toate materialele prezentate la sesiune, dat fiind condițiile relativ grele de funcționare în sistem și schema constructivă a autotransformatoarelor.

În prezent, protecția autotransformatoarelor împotriva supratensiunilor atmosferice se realizează fie prin mijloace exterioare (ca de pildă: descărcătoare între înaltă tensiune și pământ, respectiv tensiunea medie și pământ; eclatoare dispuse ca și în cazul precedent; descărcătoare între înaltă tensiune și pământ, eclator între tensiunea medie și pământ), fie prin alegerea judicioasă a nivelului izolației și dispunerea corectă a înfășurărilor autotransformatorului.

În afară de soluțiile indicate mai sus, prezintă interes soluția montării în paralel cu înfășurarea serie a unui descărcător, păstrînd în același timp una dintre soluțiile arătate anterior — raportul nr. 108. Cercetările ulterioare urmează să justifice aplicarea pe scară largă a acestei soluții.

2.4. Considerații de natură tehnico-economică asupra autotransformatoarelor, în comparație cu transformatoarele cu două înfășurări. Valorile raportului de transformare sau ale coraportului, considerate ca indicate în cazul autotransformatoarelor de mică și medie putere, trebuie reconsiderate prin prisma realizării unităților de mare și foarte mare putere. Aceasta, deoarece: micșorarea reactanțelor în cazul autotransformatoarelor poate conduce la realizarea unor unități cu cîmp de scăpări relativ mare, cu urmările negative bine cunoscute; anihilarea consecințelor negative cîmpului de scăpări poate introduce complicații constructive; întărirea izolației autotransformatorului, ca și alte considerente poate face discutabilă economicitatea autotransformatorului, îndeosebi la valori relativ mari ale raportului de transformare.

3. Încercări dielectrice ale izolației transformatoarelor

În legătură cu această problemă, au fost prezentate următoarele rapoarte:

1) „*Procesele de încercări dielectrice ale transformatoarelor de mare putere*", nr. 141 — raport al Comitetului de Studii nr. 12, „Transformatoare".

2) „*Încercări dielectrice asupra transformatoarelor de mare putere și înaltă tensiune*", nr. 110 — S.U.A.

3) „*O nouă formulă privitoare la încercările de șoc ale transformatoarelor*", nr. 125 — R.P.R.

În aceste rapoarte sînt ridicate următoarele probleme mai importante:

3.1. Expunerea metodelor de măsurare a tensiunilor de încercare; în această direcție se manifestă tendința înlocuirii eclatorului cu sfere la încercările industriale la platformă și păstrarea acestuia pentru etalonare în condiții de laborator.

3.2. Probleme privind metodica de încercare și programul de încercări ale izolației transformatoarelor; sînt reliefate aspectele privitoare la încercările cu tensiune indusă, înlocuirea eventuală a încercărilor în joasă frecvență cu încercări convenționale care să se apropie de solicitările din exploatare, încercările la șoc cu undă tăiată etc.

O concluzie generală desprinsă din discutarea rapoartelor prezentate la sesiune, cu privire la aceste probleme, este aceea că în prezent există o metodică larg dezvoltată cu privire la încercarea izolației transformatoarelor, care asigură rezultate suficient de acoperitoare în privința comportării în exploatare; nu sînt stabilite încă puncte de vedere unitare în privința importanței fiecărei încercări, a modului de interpretare a rezultatelor, a programului minim și maxim de încercări, a modului de interpretare a rezultatelor, a programului minim și maxim de încercări necesare.

4. Alte probleme referitoare la transformatoarele electrice

4.1. Privitor la această categorie de probleme au fost prezentate următoarele rapoarte:

1) „*Sisteme de păstrare a uleiului de transformator și probleme asociate*", nr. 134 — prezentat de Comitetul de Studii nr. 12, „Transformatoare.

2) „*Procese și agenți de degradare a hîrtiei în ulei. Aplicația la transformatoare*", nr. 137 — Franța.

3) „*Releul Buchholz*", nr. 321 — Belgia.

4) „*Studiul eforturilor radiale în înfășurările transformatoarelor la scurtcircuit cu ajutorul modelelor*", nr. 112 — Elveția.

5) „*Considerații asupra comutației regulatorului în sarcină a transformatoarelor în condiții de scurtcircuit*", nr. 102 — Olanda.

Dintre rapoartele indicate mai sus prezintă interes practic :

a) Raportul Comitetului de studii care trece în revistă, făcînd o analiză critică, soluțiile constructive existente, menite asigurării calității uleiului de transformator un timp maxim posibil.

b) Raportul privitor la degradarea hîrtiei utilizate ca material izolant al transformatorului, prin datele interesante asupra calității hîrtiei de transformator și indicațiile referitoare la condițiile de exploatare a transformatorului (suprasarcinile și încălzirile admisibile ale transformatorului).

c) Raportul privitor la studiul eforturilor radiale prin metodica de cercetare promovată și rezultatele interesante stabilite asupra naturii eforturilor înfășurărilor în cazul solicitărilor statice și dinamice.

În concluzie, în legătură cu problemele expuse în acest capitol, se pot face următoarele observații :

4.2. Problemele ridicate în rapoarte, în legătură cu construcția, funcționarea și încercarea transformatoarelor, sînt de mare actualitate și prezintă interes pentru inginerii și tehnicienii din țara noastră ; deși sînt dezbătute în general probleme care interesează, în primul rînd, pe constructorul de transformatoare, consultarea materialului este utilă și pentru cei care proiectează sau exploatează sistemul nostru electroenergetic.

De aceea, este indicat ca materialul existent să fie consultat atît de către inginerii constructori de transformatoare de la „Electroputere" — Craiova, cît și de către inginerii proiectanți de la I.S.P.E. sau cei din exploatare (dispecer, marile centrale etc.).

4.3. Problemele tratate în rapoarte, pe lîngă prezentarea unor realizări concrete din diferite țări, reprezintă și importante contribuții de studiu și cercetare în domeniul transformatoarelor ; nivelul rapoartelor dă indicații asupra colectivelor puternice care activează în diferite țări în domeniul cercetărilor privind transformatoarele.

4.4. Față de situația existentă în alte țări și față de nivelul, de cerințele actuale și de perspectivă ale industriei constructoare de transformatoare din țara noastră, trebuie subliniată o oarecare lipsă a studiilor și cercetărilor din R.P.R. în acest domeniu. De această situație trebuie sesizate M.M.C.M., institutele de învățămînt și de cercetări.

În prezent, cercetarea în domeniul transformatoarelor este în urma industriei constructoare, fapt inadmisibil dacă se au în vedere sarcinile privitoare la dezvoltarea sistemului nostru electroenergetic și a industriei electrotehnice. O atenție specială merită a fi acordată, în primul rînd, cercetării în domeniul autotransformatoarelor, dat fiind funcțiunile complexe care pot fi îndeplinite de aceste aparate în sistemele electroenergetice.

A. C.

C Z 621.316.5

Grupa 13 Intreruptoare

1. Considerații generale

Atenția principală a lucrărilor a fost îndreptată către cele trei probleme privind întreruperea arcului (curenții postarc, curenții capacitivi și problema defectului kilometric), care au o importanță deosebită, mai ales la întreruperile cu aer comprimat și la frecvențe proprii mari ale rețelelor. De asemenea, s-au discutat probleme privind mediul în care se face tăierea arcului și problema mereu actuală a încercării întreruptoarelor. Se remarcă lipsa rapoartelor asupra problemelor de rețele, legate de funcționarea întreruptoarelor.

2. Probleme discutate

În cele 16 rapoarte prezentate s-au tratat următoarele probleme :

— Comitetul de Studii nr. 3 prezintă un raport avînd la bază o mare serie de lucrări (R. 138 Meyer — Elveția). În anexa acestui raport se prezintă un studiu asupra utilizării metodei celor 4 parametri, propunîndu-se o metodă de încercare care poate fi reprodusă cu ușurință în laborator (R. 138, anexă Baltensperger — Elveția).

— *Problema curenților postarc* a fost prezentată sub următoarele aspecte :

— arcurile curenților de scurtcircuit de densitate mare, cu încercări făcute cu diverse tipuri de întreruptoare cu aer comprimat, pe o rețea de 500 Hz, 200 A și 6,6 kV, valori eficace (R. 106 Horst, Rutgers etc. — Olanda). Pentru întreruptoare cu ulei puțin, de tensiuni de 10 și 110 kV s-au făcut încercări cu și fără injectoare de ulei (R. 107 Köpplin, Schmidt — Germania) ;

— se arată că nu se poate determina puterea de rupere a unui întreruptor decît făcînd încercări pînă la limită (R. 105 Passaquin — Franța, Rieder — Elveția).

— *Problema tăierii curenților capacitivi*

— pe baza încercărilor făcute în rețeaua suedeză la 130 și 400 kV se examinează reamorsarea undelor tranzitorii de ordinul microsecundelor la tăieri capacitive, arătîndu-se că supraten-

siunile respective nu sînt periculoase decît în cazul cînd acționează paratonerii (R. 101 Witt, Bergstrôm — Suedia).

Rezultatele privind condițiile de evitare a reamorsajului sînt prezentate pentru un întreruptor cu ulei puțin de 245 kV (R. 114, Joss, Leimgrübler — Elveția).

— *Problema tăierii defectului kilometric*

Datorită creșterii puterii de scurtcircuit, apare o nouă formă de solicitare a întreruptoarelor, la scurtcircuite în apropierea stațiilor. S-a propus montarea în paralel cu bornele întreruptorului a unei rezistențe de ordinul 500 Ω (R. 116 Thommen, R. 115 Petitpierre — Elveția, R. 135 Perolini etc. — Franța). Se discută metodele de încercări sintetice. Încercările efectuate la Fontenay — Franța confirmă rezultatele teoretice.

— *Problema mediului de tăiere utilizat*

Se arată perspectivele de utilizare a aerului la presiune mult mai mare (R. 115 Perolini etc. — Franța), precum și o nouă concepție rezultînd din utilizarea hexafloritului de sulf SF_6. Se prezintă un întreruptor de 15 000 MVA, 230 kV (R. 111 Brown, Leeds — S.U.A.).

— *Încercarea întreruptoarelor*

Se examinează eforturile mecanice (R. 126 Frate, Scuccato — Italia), cercetări asupra întreruptoarelor cu tăieri multiple (R. 130 Roxburgh — Anglia), metodele de încercare utilizate în stația Běchovice (R. 132 Zajic etc. — R.S.C.), încercări sintetice de tăiere capacitive (R. 116 Thaler — Elveția), arătîndu-se că eroarea de similitudine este în medie de 5%, o nouă metodă indirectă, fără întreruptor sincronizat de mare precizie (R. 103 Yamazaki etc. — Japonia). Se arată și rezultatele unor încercări directe în rețea (R. 109 Starr — Harrington — S.U.A.).

În timpul discuțiilor s-au mai relevat următoarele:

În privința necesității introducerii întreruptoarelor fără reamorsare, s-a emis părerea că acestea ar fi absolut necesare (De Zoeten — Olanda) în toate cazurile, alții susținînd că acestea sînt necesare numai în cazul în care provoacă acționarea paratonerilor pe liniile slab încărcate (Witt — Bergstrom — Suedia). Rezerva mai mare la rupere poate fi acoperită de întreruptoarele cu viteză mărită a tensiunii de restabilire (Mott — Anglia) sau de acelea cu putere mare de rupere (Cassie — Anglia).

3. Concluzii

Din rapoarte și discuții au rezultat următoarele concluzii:

3.1. Curenții postarc. Este vorba de curenții reziduali care, după ce curentul principal a încetat să treacă, sînt lăsați să treacă prin spațiul gazos ionizat. Specialiștii știu să separe acești curenți de restul curenților paraziți. Problema este importantă pentru întreruptoarele cu aer comprimat.

S-au discutat următoarele probleme, fără să se poată da răspunsuri categorice:

— teoria conductibilității postarc (influența cîmpului magnetic, termic, constantele de timp);

— dacă această conductibilitate poate fi utilă, de exemplu ca regulator la repartizarea în mai multe camere de tăiere;

— dacă fenomenul se poate dirija prin mijloace externe, ca rezistențe, capacități în paralel;

— cum să se țină seama de acest fenomen în încercările sintetice.

3.2. Tăierea curenților capacitivi. Tăierea fără reamorsare a liniilor în gol s-a realizat atît pentru întreruptoarele cu aer comprimat, cît și pentru cele în ulei puțin, datorită următoarelor măsuri: dispozitive de injectare a uleiului, creșterea numărului camerelor, a vitezei de separare a contactelor. S-a reușit să se realizeze încercări sintetice simplificate. Prin realizarea cu succes a tăierii curenților capacitivi, importanța rezistenței aparatajului la supratensiunile de deconectare scade mult.

3.3. Tăierea defectului kilometric. S-a atras atenția că în special întreruptoarele cu aer comprimat, instalate în puncte cu puteri de scurtcircuit mari, sînt mai greu solicitate la defecte care au loc la o distanță oarecare de stație (de exemplu 1 km), din cauza vitezei mari de restabilire a tensiunii. Acest lucru, scos în evidență la CIGRÉ în 1958, a avut o mare influență asupra evoluției tehnicii întreruptorului. S-au discutat următoarele probleme:

— Influența conductibilității postarc asupra vitezei de restabilire, fără a se da un răspuns-puns definitiv.

— S-au precizat încercările necesar a fi efectuate în stațiile de încercare pentru a se verifica rezistența întreruptorului (linie artificială LC, diferența între încercările în rețea și în stații, încercări indirecte etc.).

— S-a spus că pentru aparatele obișnuite acest gen de dificultăți începe să apară la curenți de deconectare de ordinul 20—30 kA.

3.4. Medii noi de tăiere pentru întreruptoarele de mare performanță. Au apărut două concepții noi asupra mediilor care ajută la mărirea puterii de rupere, care sînt însă în plină evoluție fără a fi puse complet la punct;

— creșterea presiunii de circa 10 la 20 de ori față de cea uzuală, care permite, prin creșterea rigidității dielectrice, să se reducă numărul camerelor de întrerupere aducînd în schimb complicații constructive, efecte de explozie și zgomot (Franța);

— utilizarea lui SF_6 (hexafloritul de sulf), care a făcut ca problema să fie restudiată ținînd seama de parametrii particulari: rigiditatea

electrică, căldura specifică de disociere, potențialul de ionizare, convecția, dimensiunea arcului etc. (S.U.A.).

3.5. Încercarea întreruptoarelor. Problema încercărilor sintetice ale întreruptoarelor pentru verificarea performanțelor și posibilităților de utilizare, deși fiind la ordinea de zi timp de 25 de ani, nu a primit încă o soluționare.

Condițiile de tăiere, în care să se țină seama de condițiile atît ale întreruptorului, cît și ale rețelei în amonte și în aval, nu se cunosc suficient de exact.

Pentru prototipuri de aparate, în afara încercărilor indirecte, se cer și încercări directe. Nici chiar încercările directe nu sînt întotdeauna reprezentative din cauză că nu reproduc toate condițiile de exploatare.

O concluzie interesantă rezultată din discuții este aceea că este preferabil să nu se specializeze aparatele, ci același aparat să poată tăia diferite tipuri de defecte.

G. L.

CZ. 621.315.2

Grupa 21 Cabluri

1. Probleme discutate

S-a arătat, printre altele, că utilizarea materialelor plastice impregnate poate să ducă la realizarea de cabluri cu proprietăți termice și dielectrice superioare celor construite din materiale convenționale. S-a mai arătat că răcirea forțată a cablurilor cu izolație de hîrtie poate face să crească, pentru cablurile îngropate sau în conducte, capacitatea de transport cu circa 50%.

Dintre materialele prezentate în rapoarte remarcăm următoarele:

Comitetul de studii nr. 2 (R. 230) prezintă proiecte de recomandări de încercări pentru următoarele două tipuri:

— efectuarea încercărilor la unde de șoc; concluziile acestuia, deși aprobate inițial în ședința comitetului din 18 iunie 1960, au fost modificate (vezi „Electra" nr. 39 din dec. 1960);

— încercarea cablurilor de curent continuu pentru tensiuni de 50 kV și mai mult, ca prim document internațional de acest fel.

Se prezintă, de asemenea, un proiect pentru încercarea diferitelor tipuri de cabluri la sarcini de 500 MVA, la tensiuni de 345 — 400kV (R. 230, anexă, Komives — S.U.A.).

Se prezintă două lucrări asupra transportului submarin de energie: una privind traversarea Canalului Mînecii (R. 415, Sallard — Franța, Barnes — Anglia etc.) cealaltă privind traversarea fiordului Oslo (R. 207, Hirsch, Qvigstad — Norvegia); prima în curent continuu 300 kV, a doua în curent alternativ 300 kV.

— Răcirea artificială a cablurilor este prezentată prin studii teoretice și prin rezultatele unor experimentări. Posibilitatea măririi capacității de transport este arătată teoretic (R. 213, Giaro — Belgia) și practic prin răcire cu apă (R. 215, Talston etc. — Canada), cu exemple practice pentru un cablu de 500 kV, 1 400 MVA și posibilități de răcire internă și externă (R. 231, Oudin — Franța).

— Problemele de instalare a cablurilor sînt arătate în trei rapoarte, pentru tronsoane de 610 m (R. 201, Banks, Wollaston — Anglia, Canada), cazuri particulare (R. 203, Kitagawa — Japonia), precum și prezentarea unei mufe de ulei pentru 230 și 400 kV (R. 216, Palmieri etc. — Italia).

— Prezentarea unui cablu cu centură ondulată de aluminiu și manta de clorură de polivinil (R. 224, Lücking etc. — Germania).

— Prezentarea unui cablu de izolant termoplastic (R. 226, Vos. Vermeer — Olanda).

— Probleme privind caracteristicile termice ale solului, prin măsurări cu ajutorul unei sonde în loc de sferă și al regimului tranzitoriu în loc de regim permanent.

În cadrul discuțiilor s-au mai ridicat următoarele probleme:

— Avantajele utilizării materialelor plastice, pentru cabluri sub 400 (Vos. Vermeer), pentru o intensitate a cîmpului pînă la 50 kV/mm. Izolația de hîrtie își are încă adepții săi, arătîndu-se cazuri de solicitare la 128 kV/mm(Gazzana — Italia).

S-a propus limitarea materialului dielectric de hîrtie pînă la tensiunea de 400 kV (Wyatt — S.U.A.), peste această tensiune rămînînd să se utilizeze materiale plastice, aceasta fiind aprobată de unii vorbitori (Dominache — Franța).

— Posibilitățile de răcire a cablurilor s-au scos în evidență, în afară de cele prezentate, avînd ca rezultat posibilitatea măririi capacității de transport de 2—3 ori (Sutton-Morgan — Anglia).

— Posibilitatea utilizării cablurilor pentru transport la distanțe mari va aduce în 2 — 3 ani o concepție nouă față de practica actuală din Europa (Komives — S.U.A.).

— Cablurile cu secțiuni mari și cu o singură vînă prezintă mișcări de extindere mai mari decît este de așteptat (Halperin — Anglia).

În concluzie, pe baza celor 12 rapoarte și 52 de intervenții din zece țări, au rezultat următoarele:

2. Transportul submarin de energie la mare distanță

Pentru transportul la distanțe mari poate fi vorba numai de cabluri în curent continuu. S-au discutat două feluri de probleme:

— *Probleme dielectrice*, privind comportarea celor trei tipuri de cabluri:

— cablurile în hîrtie impregnată (tip „solid") pot funcționa în condiții normale pînă la 200 —250 kV;

— cablurile în ulei prezintă uneori dificultăți de alimentare cu ulei;

— cablurile în gaz și hîrtie preimpregnată constituie o soluție intermediară, care poate prezenta uneori avantaje.

— *Problemele mecanice* sînt cele mai dificile la pozarea la adîncimi mari. Pentru distanțe de ordinul kilometrilor, cablurile clasice nu sînt utilizabile. Se cercetează cablurile cu izolante sintetice și cablurile construite din elemente metalice de aliaje ușoare.

S-au discutat sistemele de radionavigație ce ajută la pozarea cablurilor.

3. Răcirea artificială a cablurilor

Sistemele de răcire utilizate sau propuse sînt foarte variate: se utilizează uleiul, apa, gazul, în interiorul, exteriorul sau chiar și în mediul din apropierea cablului. Capacitatea de transport poate să crească cu 50% pentru lungimi mai mici. Acestea sînt mai economice la secțiuni mai mari. Nu s-au putut compara, din punct de vedere economic, suficient de clar, cele două sisteme de răcire prin ulei, la înaltă și joasă presiune.

4. Metode de instalare a cablurilor: accesorii

S-au discutat, în special, fenomenele mecanice la denivelări de parcurs. Mufele din materiale sintetice reduc sensibil dimensiunile, însă posibilitățile de reducere sînt mai mici la tensiuni foarte înalte.

5. Cabluri neavînd centura de plumb

S-au discutat centurile de aluminiu trifilat. Metoda de fabricare a centurilor ondulate pare pusă la punct. Contra coroziunii se utilizează cu succes centura din clorură de polivinil general recunoscută. Pentru racordări se utilizează centuri de aluminiu. Utilizarea centurilor de aluminiu pare să fie în creștere, în special pentru tensiuni mai înalte.

6. Cabluri cu izolare sintetică

Se cere industriei chimice să pună la punct izolanți sintetici care să reziste la eforturi dielectrice. Deocamdată utilizarea lor este neeconomică, fiind în fază de laborator. Există însă părți neclare (rezistența mecanică în mediu uleios, cald etc.). Rezultatele sînt încurajatoare, însă deocamdată utilizarea hîrtiei rămîne predominantă.

7. Probleme în legătură cu caracteristicile termice ale solului

Se dezvoltă metode (de exemplu metoda acului) avînd ca scop o bună cunoaștere a solului în vederea utilizării optime a cablurilor. Nu s-au studiat încă suficient variațiile sezoniere și influența prezenței cablurilor asupra condițiilor de umiditate a solului.

G. L.

CZ 621.316.62

Grupa 25 Izolatoare

Probleme discutate

S-au pus în discuție probleme privind depunerile pe izolatoare, încercările la rezistența termică, la ultrasunete, expunerea la trăsnete, perturbațiile radioelectrice, precum și noile tipuri de izolatoare.

Din rapoartele prezentate extragem următoarele probleme:

— Comitetul de studii nr. 5 (R . 234) prezintă un raport mai amplu, ținînd seama de faptul că la sesiunea din anul 1958 problema izolatoarelor n-a fost cuprinsă în program, iar comitetul de studii a ținut între timp două reuniuni: în anul 1958 la Paris și în anul 1959 la München. Problemele studiate sînt: încercări cu cicluri de temperaturi pe marile izolatoare de porțelan, încercări la ultrasunete, depuneri atmosferice și paraziți radio proveniți din izolatoare.

— Depunerile pe izolatoare se examinează sub aspectul deteriorării izolației și al încercărilor (R. 204, Geszti, Ignacz, Ronkay — R.P.U.; R. 210, Reverey, Stolte — Germania). Problema poluțiunilor este cercetată în R.P.U. pe viu, în apropierea unei centrale termo, a unei uzini chimice și a brumelor matinale intense, mai ales în terenuri plate, iar în R.F.G., pe viu în zona industrială Westfalia și în laborator, rezultatele prezentîndu-se comparativ.

— Un studiu complex arată influența diverșilor factori asupra concepției și utilizării izolatoarelor, cum ar fi: trăsnetul, perturbațiile radio, depunerile atmosferice, coroziunea părților metalice, oboseala elementelor de legătură (R. 211, Taylor, Lantz — S.U.A.).

— Se prezintă noul tip de izolatoare de formă elicoidală, arătîndu-se avantajele aduse exploatării, în condiții normale sau excepționale (R. 208, Gion, Meier — Franța).

Din rapoarte și discuții au rezultat următoarele concluzii:

1. Depunerile pe izolatoare. S-a procedat la încercări, atît pentru depunerile naturale (luate direct din liniile în exploatare), cît și pentru cele artificiale (depuneri reconstituite în laborator). Comitetul de studii nr. 5 a procedat la încercări pe scară largă, care vor mai continua. Nu s-au elaborat încă soluții sistematice care sînt așteptate. Pînă atunci, s-au propus următoarele:

2. Perfecționarea formelor izolatoarelor (*alungirea liniei de fugă*)

— Izolatoare clopot care se pot autospăla.

— Spălarea periodică care poate avea loc sub tensiune, pînă la o tensiune de 275 kV, cu condiția respectării normelor în privința jetului.

— Ridicarea temperaturii la suprafața izolatorului pentru a evita formarea electrolitului.

— Aplicarea unor straturi protectoare de grăsimi de siliconi și hidrocarburi. Acestea sînt însă costisitoare] și de durată eficace scurtă.

3. Încercări asupra rezistenței izolatoarelor mari de porțelan la variații bruște de temperatură. Solicitările reale sînt mai mici decît cele făcute în laborator, ele dau totuși o indicație asupra calității fabricației. În acest scop a fost creat un grup de lucru, care a prezentat un început de unificare și sistematizare a diferitelor procedee, însă încercările trebuie continuate.

4. Încercarea izolatoarelor de porțelan la ultrasunete. Nu s-a putut trage vreo concluzie asupra eficacității și interesului economic al acestei metode.

5. Expunerea la trăsnete. S-a căzut de acord că rezistența la perforarea prin încercări de șoc poate permite studiul izolatoarelor din punct de vedere economic.

6. Perturbații radioelectrice datorite izolatoarelor. Studiile sînt în curs, dar se pare că aceste perturbații sînt mici pentru ansamblul liniilor unei rețele.

7. Un nou tip de izolatoare elicoidale pentru linii și aparataj de înaltă tensiune. Avantajele scoase în evidență se referă la rezistența mare la depuneri, la rezistența mărită prin utilizarea buloanelor elastice, la rezistența termică, precum și la diminuarea perturbațiilor radiofonice. S-au arătat rezultatele experimentale. Se așteaptă introducerea lor în exploatare pentru confirmarea definitivă a calităților arătate.

Cronică

Expoziția tehnică germană de instrumente și aparate de precizie

În luna iunie 1961, a fost organizată la București, în sala sporturilor Floreasca, expoziția tehnică germană de instrumente și aparate de precizie realizată de uzinele „Carl Zeiss Jena", din Republica Democrată Germană.

Dintre instrumentele și multiplele produse ale uzinelor Zeiss au fost prezentate în cadrul expoziției următoarele: microscoape pentru cercetări științifice și laboratoare metalurgice, aparate pentru măsurări de precizie pe roți dințate cilindrice, aparate fizice — optice de măsurat pentru industria chimică și laboratoarele acesteia, diferite instrumente medicale pentru învățămîntul științific, instrumente geodezice de topometrie, aparate fotogrammetrice de cartografie, aparate astronomice, aparate pentru tehnica vidului înalt și a ultrasunetelor, fotocelule și cristale etc. De asemenea, în cadrul acestei expoziții au fost prezentate diferite aparate de precizie ale tehnicii reglării. Printre aceste exponate au fost remarcate și au prezentat mult interes pentru oamenii de specialitate din țara noastră aparatele pneumatice cu presiune normală pentru probleme de reglaje industriale, regulatoarele electrice sau electropneumatice pentru reglaje simple și mixte, aparatele electronice industriale pentru diferite domenii industriale, aparatele pentru măsurarea umidității, diferitele compensografe, aparatele indicatoare etc.

Pe toată durata expoziției, oamenii de știință, specialiștii și tehnicienii din R.D. Germană au prezentat în fața vizitatorilor exponatele, au arătat cum funcționează, care sînt posibilitățile lor, performanțele obținute cu diferitele instrumente și aparate, calitatea superioară de fabricație a acestora și utilitatea lor pentru producție. Cu viu interes vizitatorii au vizionat filmele documentare prezentate și au audiat conferințele ținute de specialiștii din R.D. Germană în cadrul acestei expoziții.

Gh. V.

Standarde

Publicațiile și recomandările Comisiei Electrotehnice Internaționale apărute în 1960

Nr. publicației	
34	Mașini electrice rotative.
34—1—1960	Regimul nominal.
34—2—1960	Determinarea randamentului.
34—3—1960	Turboalternatoare de 3 000 rot/min.
43—1960	Contoare electrice de curent alternativ, de energie activă.
50 (08)—1960	Vocabular electrotehnic internațional — Electro-acustică.
50 (40)—1960	Idem. Aplicații electrochimice.
50 (50)—1960	Idem. Electrochimie și electrometalurgie.
51—1960	Aparate electrice de măsurat indicatoare și accesoriile lor.
52—1960	Măsurarea tensiunilor cu eclatorul cu sfere.
68—1960	Încercări climatice și de rezistență mecanică a părților componente ale echipamentului electronic.
68—1	Partea 1. Generalități.
68—2	Partea a 2-a. Încercări.
71—1960	Coordonarea izolației.
72—1960	Dimensiunile și puterile nominale ale motoarelor electrice.
107—1960	Metode de măsurare pentru receptoare de televiziune.
117—1960	Simboluri grafice.
117—1—1960	Idem. Partea 1. Sisteme de distribuție, metode de conectare elemente de circuite, felul curentului.
117—2—1960	Idem. Partea a 2-a. Mașini, transformatoare, elemente de acumulatoare și baterii.
119—1960	Redresor cu semiconductoare policristaline.
120—1960	Asamblaje cu rotulă și locaș de rotulă pentru cuplarea lanțurilor de izolatoare.
121—1960	Sîrme pentru conductoare electrice din aliaj de aluminiu comercial recopt.
124—1960	Impedanțele nominale și dimensiunile difuzoarelor radio.

A. C.

Documentare

621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.3.042.2 :621.313.3 + 621.314.2

Proprietăţile miezurilor încleiate ale maşinilor şi transformatoarelor electrice. [După H. Brechno (Elveţia), CIGRÉ 1960,rap. nr. 118].

Raportul prezintă un nou procedeu tehnologic de realizare a miezurilor (armăturilor) feromagnetice ale maşinilor şi transformatoarelor electrice; încleierea miezurilor cu ajutorul adezivilor sintetici a fost utilizată şi în trecut, doar pentru miezurile mici ale aparatelor electrice; în raport se expun avantajele pe care le-ar prezenta extinderea procedeului la unităţi de puteri mari. Se dau indicaţii asupra adezivilor care pot fi utilizaţi (răşini expoxi, răşini fenolice, răşini poliestere nesodurate), asupra diferitelor metode prin care se poate realiza încleierea miezurilor. Se analizează comportarea miezurilor încleiate din punct de vedere termic, mecanic şi chimic; se fac aprecieri asupra coeficientului de umplere a miezului, asupra zgomotului în funcţionare şi asupra pierderilor în cazul miezurilor încleiate — acestea putînd fi scăzute în proporţie de 20%.

Raportul poate prezenta interes practic pentru constructorii de maşini şi de transformatoare electrice.

CZ 621.313.3.045.53 : 621.317.333

Măsurători dielectrice asupra izolaţiei înfăşurărilor statorice. [După A. Ritter (Austria), O. Wohlfahrt (Elveţia, CIGRÉ 1960, rap. nr. 122].

Raportul face o prezentare critică a metodelor de încercare a izolaţiei statorice a maşinilor electrice rotative, bazată pe încercări şi cercetări efectuate de către autori. Se au în vedere problemele referitoare la determinarea rigidităţii dielectrice a izolaţiei — încercări la frecvenţa de serviciu, încercări în c.c. — măsurători ale ionizării — determinarea tgδ în funcţie de tensiune, măsurători ale indicelui de polarizaţie etc. În ultima parte a raportului se ridică problema foarte importantă a aprecierii aptitudinii maşinii de a funcţiona în condiţiile exploatării, pe baza rezultatelor diferitelor încercări şi măsurători.

În concluzie, raportul subliniază că încercările promovate în prezent pot da indicaţii importante asupra stării izolaţiei fără însă a se putea stabili criterii generale de apreciere, dat fiind diversitatea tipurilor constructive şi a materialelor izolante utilizate pentru maşinile electrice rotative de mare putere. Raportul prezintă interes pentru cercetările iniţiate în ultimul timp în ţara noastră în acest domeniu.

CZ 621.313.32.001.57

Două aplicaţii ale studiului pe modele reduse în tehnica producerii de energie. [După I. Cemus, V. Hamata, A. Veverka (Cehoslovacia), CIGRÉ 1960, rap. nr. 131].

Raportul cuprinde două părţi dintre care doar prima parte este legată de problemele maşinilor electrice rotative: reprezentarea funcţionării în asincron a maşinii sincrone cu ajutorul unui analizor de curent alternativ. Prima parte cuprinde analiza pornirii motoarelor sincrone cu poli aparenţi, efectuată cu ajutorul unui analizor de curent alternativ construit special pentru acest studiu: analizorul se pretează şi la studiul altor probleme. Problema se rezolvă neglijîndu-se fenomenul de histereză de saturaţie a maşinii, apariţia curenţilor turbionari etc. Aspectul urmărit în principal prin studiul efectuat constă în stabilirea influenţei valorii rezistenţei înserate în circuitul de excitaţie la pornirea motorului sicron în asincron; concluzia importantă constă în aceea că valoarea rezistenţei înserate influenţează, în principal, cuplurile dezvoltate de maşină la alunecări relativ mici în zona de sincronizare. Valoarea optimă a acestei rezistenţe este cuprinsă între 5—15 ori valoarea rezistenţei înfăşurării de excitaţie.

Raportul prezintă interes din punct de vedere metodic pentru precizarea unei metode de studiu a unui regim de funcţionare a maşinii sincrone relativ complex.

CZ 621.313.322.018.46 :.072.9

Alunecarea optimă în cazul autosincronizării generatoarelor conectate la reţeaua de transport de energie. [După I. Homo, C. Venosono, H. Yoshikawa (Japonia), CIGRÉ 1960, rap. nr. 307].

Raportul prezintă rezultatele analizei teoretice completate cu date experimentale asupra sincronizării maşinii sincrone. Pe baza studiilor şi a experienţei acumulate, sincronizarea aproximativă intervenită după un regim de funcţionare în asincron este posibilă fără pericolul şocurilor de tensiune sau curent în reţea; după cum se indică în raport,există un domeniu al valorilor alunecării, valori care se înscriu într-o bandă recomandată, pentru care sincronizarea se poate face în condiţii optime. Interesul raportului constă, în special, în aceea că se caută o lărgire a domeniului de utilizare a sincronizării aproximative în cazul diferitelor avarii care pot interveni în sistem. Merită a fi subliniat că acest raport este unul dintre primele rapoarte din ţările capitaliste care confirmă experienţa şi studiile deja efectuate în ţările socialiste, în primul rînd în U.R.S.S. Raportul prezintă interes pentru inginerii electricieni din cadrul centralelor electrice în precizarea unor manevre necesare în cazul intervenţiei diferitelor regimuri de funţionare a maşinilor sincrone.

CZ 621.313.322.018.46

Studiul şi aplicaţiile practice a funcţionării în asineron ale alternatoarelor sinerone. [După L. G. Mamikonionţ, I. A. Sîromiatnicov (U.R.S.S.), CIGRÉ 1960, rap. nr. 129].

Raportul prezintă experienţa sovietică în studierea şi aplicarea practică a funcţionării maşinii sincrone în regim asincron, fără excitaţie. În prima parte a raportului sînt redate rezultatele experimentale şi consideraţiile de calcul asupra determinării variaţiei cuplului dezvoltat de maşină la funcţionarea în asincron în funcţiune de alunecare — se au în vedere maşini sincrone de tipul turbogeneratoarelor şi hidrogeneratoarelor. Rezultatele experimentale stabilite prin încercarea a 7 turbogeneratoare cu puteri şi caracteristici variabile (puteri cuprinse între 1 şi 50 kW, iar R.S.C. cuprins între 0,44 şi 1,06) confirmă teoria generală a acestui regim de funcţionare în sensul posibilităţii funcţionării maşinii în asincron cu sarcini active importante chiar la sarcină nominală, dacă valoarea R.S.C. este relativ mică — la alunecări de ordinul miimilor.

În partea a doua a raportului se fac aprecieri asupra funcţionării în asincron fără excitaţie a maşinilor sincrone, arătîndu-se posibilitatea funcţionării turbogeneratoarelor fără pericol de suprasolicitări termice sau mecanice. În cazul hidrogeneratoarelor, dată fiind valoarea relativ mare a curenţilor statorici chiar la puteri active debitate foarte mici, la pierderea excitaţiei, se recomandă deconectarea rapidă a maşinii sincrone de la reţea.

În ultima parte a raportului se fac consideraţii asupra resincronizării maşinilor sincrone excitate asupra proceselor intervenite la conectarea în paralel a maşinii sincrone prin procedeul autosincronizării precum şi asupra demarajului hidrogeneratoarelor.

Trebuie menţionat că rezultatele indicate în raport coincid cu rezultatele cercetărilor duse în cadrul I. E. al Academiei R.P.R. în această problemă; recomandarea sovietică privind conectarea rezistenţei în circuitul de excitaţie, închis la funcţionare în regim asincron, are în vedere în principal criteriul siguranţei în funcţionare. Raportul prezintă interes practic pentru inginerii electricieni din centralele electrice şi pentru inginerii proiectanţi electroenergeticieni.

CZ 621.313.322-81 : 621.313.325

Funcţionarea turboalternatoarelor în regim compensator sincron. [După E. B. Powel, W. Mutch, A. Stalewski, J. E. Toma (Anglia), CIGRÉ 1960, rap. nr. 104)].

Raportul prezintă analiza comportării unui grup turbină — turbogenerator de 30 MW conectat la reţea şi funcţionînd în regim de compensator sincron. Se prezintă printre altele:

a) Metoda de măsurare a unghiului intern al mașinii sincrone și a acceleratiei rotorului; schema, deși nu este simplă, prezintă interes din punct de vedere al tehnicii experimentale.

b) Comportarea turbinei la funcționarea în regim compensator; turbina se comportă satisfăcător dacă se realizează menținerea vidului și se realizează închiderea v. nei de oprire.

c) Comportarea mașinii sincrone funcționînd în regim compensator în cazul regimurilor staționare și tranzitorii; experimentările arată că, în general, turbogeneratorul poate să funcționeze în regim compensator cu excitație redusă, fără a interveni o supraîncălzire periculoasă a capetelor de bobină; în cazul capetelor magnetice pot să intervină supraîncălziri inadmisibile; de aceea această situație trebuie controlată în fiecare caz în parte. Comportarea mașinii în regim staționar și tranzitoriu este pe deplin satisfăcătoare.

d) Se face o analiză comparativă economică între turbogeneratorul sincron care funcționează în regim compensator și compensatorul sincron; se stabilește concluzia că în cazul cînd punctul de conectare al turbogeneratorului în sistem este favorabil dispus, soluția cea mai economică este reprezentată de turbogenerator.

Din raport rezultă că în orele cînd turbogeneratoarele nu sînt necesare pentru asigurarea unei puteri active în sistem, pot fi trecute la funcționarea în regim compensator indicii de exploatare a sistemului, în acest caz, îmbunătățindu-se simțitor.

Raportul prezintă interes pentru inginerii care exploatează centralele noastre termoelectrice.

CZ 621.313.322-81.017 : 621.3.018.12

Influența factorului de putere asupra dimensiunilor și pierderilor turboalternatoarelor. [După M. Duréault, P. Leteilliart, M. Therby, A. Valentin (Franța), CIGRÉ 1960, rap. nr. 133].

Raportul analizează o problemă larg dezbătută în literatura tehnică de specialitate: care este mijlocul optim din punct de vedere funcțional și economic în asigurarea puterii reactive necesare într-un sistem electroenergetic. După menționarea mijloacelor de compensare a factorului de putere la consumator, autorii se opresc la analiza comparată a asigurării puterii reactive prin intermediul turbogeneratorelor, a compensatoarelor sincrone și a condensatoarelor statice. În principal, se au în vedere următorii factori: costul, pierderile, dimensionarea mașinii atunci cînd variază factorul de putere al turbogeneratorului. Trebuie menționat că analiza se referă atît la turbogeneratoarele existente cu caracteristici bine determinate, cît și la mașinile noi. Pe baza analizei efectuate, se trage concluzia asupra rentabilității asigurării puterii reactive de către turbogeneratoare, dacă consumatorii sînt situați în apropiere de centrala în care sînt instalate turbogeneratoarele considerate.

Raportul prezintă interes practic pentru exploatarea turbogeneratoarelor de mare putere în condiții economice.

CZ 621.313.322-82. :621.314.63

Excitație cu redresoare cu semiconductoare și reglajul tensiunii unui grup de 28 MVA pentru serviciile auxiliare a unei mari centrale termoelectrice. [După P. Paresi, S. Simonetti (Italia), CIGRÉ 1960, rap. nr. 128].

Raportul descrie sistemul de excitație utilizat pentru echiparea unui torbogenerator de 28 MVA format din generator sincron auxiliar de frecvență ridicată (400 Hz), cuplat pe ax comun cu generatorul sincron principal, sistem de redresare cu semiconductoare și regulator automat de tensiune de tip electromagnetic. Se face analiza avantajelor prezentate de sistemul de excitație descris; se dau rezultatele experimentale obținute prin încercarea grupului la diferite regimuri de funcționare.

Raportul prezintă interes pentru aprecierea calităților schemelor de excitație a mașinilor sincrone construite din elemente statice.

CZ 621.313.322.82 :621.314.634

Mașini sincrone de mare putere cu sistem de excitație cu redresoare pentru variații bruște ale sarcinii care implică căderi de tensiune dinamice relativ mici. [După G. Hosemann (Germania), CIGRÉ 1960, rap. nr. 124].

În raport se subliniază tendința modernă manifestată în constituirea schemelor de excitație a mașinilor sincrone prin înlocuirea grupurilor excitatoare cuplate de obicei pe axul mașinii sincrone excitate cu sisteme de redresoare statice. Se analizează regimurile de funcționare a generatoarelor sincrone, a compensatoarelor și a motoarelor sincrone echipate cu sisteme de redresoare pentru asigurarea excitației și regulatorului electric. Mașinile sincrone luate în considerare, funcționează în condiții relativ grele, de variație rapidă a tensiunii, de variație a sarcinii etc. în toate cazurile analizate din punct de vedere funcțional, rezultatele stabilite se înscriu pe linia recomandării schemelor de excitație cu redresoare și regulator electronic.

Raportul prezintă date interesante într-un domeniu al tehnicii care are largi perspective de dezvoltare.

621.314.2 *Transformatoare*

CZ 621.314.2.027.8 : 621.317.333

Încercări dielectrice asupra transformatoarelor mari de înaltă tensiune [După I. R. Meador (S.U.A.), CIGRÉ 1960, rap. nr. 110].

Raportul trece în revistă metodele actuale de încercări dielectrice ale izolației transformatoarelor de mare putere, pornindu-se de la tendința manifestată în prezent în construcția transformatoarelor de a micșora nivelul izolației; se arată de exemplu, ca rapoarte indicate a fi normalizate în S.U.A. pentru încercarea transformatoarelor trifazate cu tensiune de joasă frecvență — încercarea între faze — rapoarte ale căror valori variază între 1,60 și 1,70 (raportul dintre tensiunea minimă de încercare în joasă frecvență și tensiunea transformatorului). Se subliniază însă că micșorarea nivelului izolației nu trebuie să scadă rigurozitatea și varietatea metodelor de încercare a izolației.

În raport sînt trecute în revistă încercările dintre faze în joasă frecvență, măsurătorile efectului corona, încercările la șoc etc. Este interesant de reținut expunerea cuprinsă în raport asupra metodelor de măsură a tensiunii de încercare în joasă frecvență: eclatorul cu sfere, divizorul capacitiv, transformatorul de tensiune etc. Deși se subliniază importanța pe care o are eclatorul cu sfere pentru lucrările de laborator, dat fiind erorile relativ mari introduse în măsurători de către acest dispozitiv, se recomandă ca măsurătorile în condiții de fabrică să se execute cu ajutorul celorlalte metode avute la îndemînă (prin divizoare capacitive).

Raportul prezintă interes pentru expunerea critică, metodică a principalelor probleme legate de încercările dielectrice ale transformatoarelor de înaltă tensiune.

CZ 621.314.2.045.5 :.014.32

Studiul eforturilor radiale ale înfășurărilor transformatoarelor la scurtcircuit pe bază de modele reduse. [CIGRÉ 1960, rap. nr. 112].

În prima parte raportul prezintă cîteva considerații asupra modelării transformatoarelor; sînt indicate procedee prin intermediul cărora se poate asigura similitudinea originalului cu modelul; în cazul de față modelarea are în vedere posibilitatea studiului eforturilor radiale ale înfășurărilor în cazul scurtcircuitelor.

Se descrie instalația experimentală — modele de transformator cu 2 înfășurări cilindrice — schema de măsură și înregistratoare a eforturilor la care sînt supuse înfășurările — și se indică rezultatele experiențelor efectuate. Comportarea modelului este urmărită prin filmare în timpul experimentării — 5 000 imagini/s; această viteză de filmare asigură prin proiecția cu 15 imagini/s un factor de încetinire de ordinul a 300.

În ultima parte a raportului se prezintă cîteva concluzii interesante dintre care reţinem :

a) Forţele electrodinamice apărute la scurtcircuit instantaneu produc deformaţii temporare şi permanente cu mult mai mici decît forţele statice de aceeaşi mărime.

b) Din modul de comportare diferit al înfăşurării exterioare faţă de cea interioară se înclină a se crede că eforturile la tracţiune constituie criteriul important al verificării înfăşurării la scurtcircuit.

c) Comportarea la scurtcircuit a înfăşurărilor depinde de modul cum sînt dispuse spirele maxim solicitate din apropierea canalului de scăpări în raport cu spirele mai îndepărtate de canal.

Raportul prezintă interes din punct de vedere metodic pentru cercetarea experimentală a comportării înfăşurărilor transformatoarelor.

CZ 621.314.2.076.31 :.014.3

Consideraţii asupra comutaţiei reglajului în sarcină al transformatoarelor în condiţii de scurtcircuit. [După E. A. Frowein, I. Wilaleboar (Olanda), CIGRÉ 1960, rap. nr. 102]

În raport se analizează modul de comportare al regulatorului sub sarcină, cînd funcţionarea acestuia coincide cu un scurtcircuit în sistem sau la bornele transformatorului. Pentru evitarea avariilor care ar putea interveni într-un asemenea caz pot fi luate diferite măsuri, ca de exemplu :

a) introducerea unei protecţii care să asigure blocarea sistemului de reglare în cazul funcţionării transformatorului în regim de suprasarcină ;

b) modificarea întreruptorului în sarcină pentru a putea fi permisă funcţionarea regulatorului chiar în condiţiile scurtcircuitului.

În lucrare se analizează pe larg problemele amintite stabilindu-se în încheiere următoarele concluzii :

a) pentru transformatoarele curente sînt recomandabile întreruptoarele în sarcină de tip în ulei, fiind contraindicată luarea unor măsuri speciale pentru a le asigura funcţionarea în condiţiile scurtcircuitului ;

b) pentru transformatoarele de importanţă majoră în sistem, sînt recomandabile întreruptoarele de sarcină cu suflaj de aer. Posibilitatea funcţionării unui asemenea tip de întreruptor la suprasarcini mari, lipsa pericolului de incendiu şi explozii etc. fac indicată utilizarea sa.

Raportul prezintă interes pentru constructorii de aparate, conţinînd totodată indicaţii interesante asupra exploatării aparatajului de înaltă tensiune.

CZ 621.314.223.027.8(44)

Autotransformatoarele 380/225 kV ale reţelei franceze. [După R. Langlois - Berthelot, J. Esparbet (Franţa) CIGRÉ 1960, rap. nr. 139].

Raportul prezintă soluţiile constructive ale autotransformatoarelor introduse în sistemul electroenergetic din Franţa în urma interconectării reţelei de 220 kV cu reţeaua de 380 kV. În prima etapă a realizării reţelei de 380 kV s-a apelat la 4 grupuri autotransformatoare 380/225 kV introduse în posturile Plessis-Gassot şi Creney în regiunea pariziană şi Génissiat şi Albertville în regiunea Alpilor. Se indică consideraţiile care au stat la baza alegerii caracteristicilor funcţionale şi constructive ale autotransformatoarelor utilizate (transformatoare monofazate de 100 kVA) : alegerea raportului de transformare, schema de reglare a tensiunii, caracteristicile înfăşurării terţiare, alegerea nivelului izolaţiei înfăşurărilor, încălzirea, comportarea la scurtcircuit, pierderile autotransformatorului, sistemul de răcire, protecţia, posibilităţile de transport etc. După fixarea acestor consideraţii se descriu în detaliu soluţiile constructive stabilite de diferiţii constructori ai aparatelor.

În a doua parte a raportului se analizează soluţiile indicate din punct de vedere tehnico-economic pentru dezvoltarea sistemului francez 380/225 kV în două etape : în general, unităţi trifazate cu puteri 200 ÷ 300 MVA sau unităţi monofazate cu puteri 100 ÷ 200 MVA ; prezentarea acestor aparate se face în mod analog cu a primelor.

Raportul prezintă interes îndeosebi pentru constructorii de transformatoare în definirea temei de proiectare în cazuri concrete date şi pentru alegerea corectă a variantei constructive.

CZ 621.314.223.027.8 (47)

Utilizarea autotransformatoarelor în reţelele de înaltă tensiune. [După G. B. Borudulin, G. N. Petrov, S. I. Rabinovici — URSS. CIGRÉ 1960, rap. 127].

În prima parte, raportul prezintă avantajele şi inconvenientele legate de utilizarea autotransformatoarelor de mare putere în posturile ridicătoare de tensiune a centralelor electrice ; autotransformatoarele utilizate sînt prevăzute cu înfăşurare terţiară conectată în triunghi (utilizarea înfăşurării terţiare are drept scop atingerea armonicilor de ordinul trei ale fluxului magnetic, conectarea unui autotransformator de reglare, a unui compensator sincron sau a unei bobine reactive, alimentarea serviciilor auxiliare ale substaţiei sau a consumatorilor din apropiere etc.). Se indică considerentele pe baza cărora se pot stabili caracteristicile înfăşurării terţiare : tensiune 6 ÷ 40 kV, puterea — limită inferioară — determinată de stabilitatea la scurtcircuite, limita superioară impusă de caracteristicile nominale ale autotransformatorului. Se subliniază aspectele tehnico-economice privitoare la utilizarea autotransformatoarelor pentru ridicarea tensiunii liniilor de transport existente.

În a doua parte a raportului sînt schiţate noţiunile de bază privitoare la studiul analitic al autotransformatoarelor, se stabilesc ecuaţiile de bază ale autotransformatorului şi sînt date indicaţii asupra modului lor de rezolvare şi interpretare. Raportul prezintă interes atît prin problemele practice dezbătute, cît şi prin noţiunile teoretice introduse pentru studiul autotransformatoarelor.

CZ 621.314.223.027.8 (71)

Autotransformatoare de interconexiune la înaltă tensiune. [După R. I. Kayser (Canada), CIGRÉ 1960 Rap. nr. 119].

Raportul prezintă pe scurt modul cum au fost introduse autotransformatoarele în sistemul electric canadian în ultimii 10 ani : puterea totală a unităţilor sistemului se cifrează la circa 9 milioane kVA, tensiunile variază între limitele 69 ÷ 345 kV, valorile corapoartelor sînt cuprinse între 0,17 ÷ 0,7, puterea unitară a transformatoarelor trifazate variază între 25 şi 225 MVA, a celor monofazate atinge valori de ordinul a 115 MVA. În a doua parte a raportului se fac consideraţii asupra regimurilor tranzitorii ale autotransformatoarelor atacîndu-se problema supratensiunilor şi a eforturilor intervenite la scurtcircuite.

Raportul prezintă interes prin datele concrete referitoare la situaţia sistemului electroenergetic canadian.

CZ 621.314.223.027.8

Autotransformatoare de mare putere. [CIGRÉ 1960, rap. nr. 117].

În raport sînt indicate avantajele (reducerea greutăţii, a pierderilor) şi dezavantajele (micşorarea reactanţelor şi deci mărirea eforturilor la scurtcircuit, solicitarea directă a elementelor transformatorului de către supratensiunile interne şi externe etc.) autotransformatoarelor în comparaţie cu transformatoarele cu 2 înfăşurări. Tehnica actuală a construcţiei autotransformatoarelor poate diminua dificultăţile menţionate mai sus ; problema poate fi rezolvată în mod concret în funcţie de următorii factori : limitele admisibile de variaţie a inducţiei, limitele de variaţie a tensiunii reglabile, dispunerea înfăşurărilor pe miez în vederea obţinerii unei valori a raportului de scurtcircuit bine determinate. În raport se discută pe larg diferitele moduri de realizare a variaţiei tensiunii în sarcină (pe partea de joasă sau înaltă tensiune), indicîndu-se modul de variaţie a reactanţei de scurtcircuit în funcţie de raportul de transformare şi de limitele variaţiei tensiunii. Se indică în mod sumar o metodă de încercare a autotransformatoarelor la supratensiuni care reproduc solicitările din exploatare.

În concluzie, se arată că alegerea şi proiectarea corectă a unui autotransformator se pot face în funcţie de posibilităţile de transport, raportul de transformare, gama de reglare a tensiunii, valoarea tensiunii de scurtcircuit etc.; se pot realiza autotransformatoare de mare putere care să satisfacă atît din punct de vedere al comportării la supratensiuni de origine atmosferică şi internă, cît şi al comportării în bune condiţii la eforturile electrodinamice.

Lucrarea prezintă interes pentru proiectanţii de transformatoare în fixarea sarcinii de proiectare în condiţii date.

CZ 621.314.223.027.8

Probleme particulare ale autotransformatoarelor de mare putere şi tensiune înaltă. [CIGRÉ 1960, rap. nr. 113].

În prima parte a raportului se indică rolul înfăşurării terţiare în cazul autotransformatoarelor şi modul cum poate fi determinată puterea acestei înfăşurări în funcţie de puterea de transfer şi de valorile reactanţelor autotransformatorului şi sistemelor interconectate. Puterea acestei înfăşurări este funcţie în definitiv de eforturile electrodinamice care pot apărea la scurtcircuit în condiţii bine determinate; în funcţie de aceşti parametri puterea înfăşurării terţiare poate varia între limitele (5 ÷ 50 %) din puterea de transfer a autotransformatorului.

În partea a doua a lucrării se indică modul cum influenţează dispunerea înfăşurărilor autotransformatorului (inferior, serie, paralel şi de reglaj), faţă de miez, valorile reactanţelor şi alegerea judicioasă a izolaţiei. Soluţia optimă este determinată de ansamblul construcţiei aparatului şi poate fi aleasă pe baza analizei complexe care are în vedere schema de reglaj, dimensionarea înfăşurărilor, alegerea izolaţiei etc.

În ultima parte a raportului se fac consideraţii sumare asupra protecţiei autotransformatoarelor împotriva supratensiunilor de origine atmosferică şi asupra metodicei de încercare a izolaţiei cu unde de şoc. În concluzie se arată că tehnica protecţiei autotransformatoarelor diferă cu puţin faţă de cea a transformatoarelor şi că încercarea la şoc a izolaţiei urmează a fi executată cu precauţiuni suplimentare în ceea ce priveşte alegerea schemei de încercare şi detectarea efectelor.

Raportul prezintă interes pentru proiectanţii de transformatoare în privinţa dimensionării înfăşurării terţiare şi a dispunerii înfăşurărilor faţă de miez.

CZ 621.314.223.027.81/.82

Probleme particulare ale autotransformatoarelor mari de înaltă tensiune. [După R. C. Rippon — Comitetul de Studii nr. 12, Transformatoare, CIGRÉ 1960, rap. nr. 140].

Raportul rezumă discuţiile duse de către Comitet asupra unor probleme particulare, privitoare la autotransformatoare. Sînt discutate următoarele probleme:

a) Definiţii privind autotransformatoarele: se clasifică noţiunile de reglaj direct şi reglaj indirect în cazul autotransformatoarelor.

b) Regimul de funcţionare al înfăşurării terţiare conectată în triunghi — necesitatea acestei înfăşurări, regimul de funcţionare; înfăşurare stabilizatoare sau înfăşurare de putere; caracteristicile înfăşurării etc.

c) Reglajul tensiunii autotransformatoarelor privit din punct de vedere al repartiţiei supratensiunilor de şoc, tipul şi poziţia înfăşurării cu prize de reglare, variaţia impedanţei înfăşurărilor în cazul epuizării gamei de reglare.

e) Limitele tensiunii autotransformatoarelor — dacă se au în vedere rapoartele de transformare realizate 3/1 şi chiar 4/1 şi posibilitatea aplicării reglajului de tensiune la tensiuni de ordinul a 220 kV se poate observa că se pot realiza autotransformatoare cu tensiuni de ordinul a 600 sau chiar 800 kV.

e) Mijloacele de protecţie ale autotransformatoarelor împotriva supratensiunilor de şoc.

f) Încercări dielectrice ale autotransformatoarelor cu aplicaţii îndeosebi la încercările cu undă de impulsie.

Raportul prezintă interes prin trecerea sistematică în revistă a problemelor importante privitoare la autotransformatoarele de mare putere şi tensiune înaltă.

CZ 621.314.223.045

Procesul de încercare dielectrică a marilor transformatoare. [După G. B. Harper din partea Comitetului nr. 12, Transformatoare, CIGRÉ 1960, rap. nr. 14].

Raportul prezintă discuţiile duse de către Comitetul de Studii asupra încercărilor dielectrice ale transformatoarelor la frecvenţă industrială. Sînt atacate următoarele probleme: încercările cu tensiune de la o sursă exterioară şi încercările cu tensiune indusă prin alimentarea uneia sa a unor înfăşurări ale transformatorului, metodele de măsură a tensiunii — se recomandă măsurarea cu divizorul de tensiune —, şi modul de detectare a defectelor intervenite în cadrul încercărilor.

În a doua parte a raportului se amintesc încercările care se întrevăd în viitor: încercări la supratensiuni de comutaţie (în etapa actuală se manifestă rezervă asupra eficacităţii unor asemenea încercări), încercări privind măsurarea efectului corona etc.

Deşi în raport nu se stabilesc concluzii unanim recunoscute de către membrii Comitetului, raportul prezintă totuşi interes pentru constructorii de transformatoare, prin precizarea metodicii de experimentare.

CZ 621.314.223.045.53 :.015.33

Probleme relative la înfăşurările serie ale autotransformatoarelor supuse la tensiuni de şoc protejate cu paratrăsnete montate în paralel. [După W. Rabus (Germania), CIGRÉ 1960, rap. nr. 108].

Raportul subliniază condiţiile specifice de funcţionare a autotransformatoarelor trăgînd de aici concluziile necesare privitoare la solicitarea dielectrică a izolaţiei înfăşurărilor. Cum izolaţia autotransformatoarelor de înaltă şi foarte înaltă tensiune reprezintă una din cele mai importante probleme, stabilirea unor procedee adecvate de protecţie exterioară şi deci dimensionarea raţională a izolaţiei interne prezintă o mare importanţă practică.

În raport se fac referiri la diferite lucrări care propun diferite metode de protecţie a autotransformatoarelor: descărcătoare montate între borne şi pămînt, montarea în paralel cu înfăşurarea serie a unor retistenţe alese în funcţie de tensiune etc. Cum în cazul ultimei scheme, introducerea rezistenţelor variabile determină repartiţia liniară a tensiunii doar pe o mică porţiune a înfăşurării, autorul, pe baza cercetărilor efectuate, propune introducerea descărcătoarelor montate în paralel cu înfăşurarea serie a autotransformatorului. Această schemă de protecţie conduce la economii importante în ceea ce priveşte materialele izolante uzilizate îndeosebi în cazul unui raport de transformatoare mic. Schema propusă se introduce suplimentar faţă de paratrăsnetele conectate între bornele înfăşurării serie şi pămînt a căror utilizare este indispensabilă.

Raportul prezintă interes pentru constructorii de transformatoare din punct de vedere al coordonării corecte a mijloacelor de protecţie exterioare de alegerea judicioasă a izolaţiei interioare.

621.315.6 *Izolanţi*

CZ 621.315.616.96 : 621.316.26

Izolatoare din răşini de turnare utilizate în aparatajul şi staţiile de înaltă tensiune. [După Hartmann E., Olsen W.: Elektrotechnik **42** (1960), 46/47, 428—431, 9 fig., 2 tab., 11 ref.]

În scopul înlocuirii porţelanului fragil în instalaţiile de înaltă tensiune, s-au căutat mereu alte materiale. Răşinile de turnare constituie azi o concurenţă a porţelanului, deoarece izolatoarele făcute din ele şi aparatajul în care acestea sînt montate se fabrică pînă la seria 110 în cele mai diferite tipuri. Deocamdată aceste izolatoare se utilizează numai în staţii interioare, căci suprafaţa izolatoarelor de răşină nu este încă suficient de rezistentă la solicitările atmosferice grele. Izolatoarele sînt făcute din răşini epoxi 100 părţi (în greutate) cu 100 părţi umplutură anorganică, de exemplu făină de cuarţ, care îmbunătăţeşte mult conductibilitatea termică, rezistenţa la arc, rezistenţa la compresiune şi coeficientul de dilataţie termică în direcţia dorită. Se toarnă în forme şi se întăreşte cîteva ore la 100—200°C. În vid se extrage aerul inclus. Contracţia este numai 0,8% faţă de

20% la porțelan. Se poate îngloba orice piesă de metal. Peste 200°C rășina întărită se descompune. Rășina de turnare are o stabilitate chimică în general bună. Marea rezistență la arc a rășinii cu făină de cuarț este deosebit de utilă în stațiile de înaltă tensiune. Proprietățile electrice ale rășinii corespund cerințelor în stațiile de înaltă tensiune, căci tensiunea de străpungere este mai mare decît a multor alți izolanți și, datorită omogenității materialului, este aceeași în toate direcțiile. La proba cu abur nu se observă urme nici după 10 000 s. Întrucît piesele metalice pot fi foarte bine înglobate în rășină, dispar cozile, flanșele și chituirile, putîndu-se obține dimensiuni mai mici. Izolatoarele din rășini de turnare se comportă bine la murdărie. Izolatoarele cu ondule se confecționează pentru aparataj pînă la seria 110, la fel și izolatoarele de trecere pentru tensiuni mijlocii. La separatorul cu ghcare din seria 110, chiar axul de acționare este confecționat din rășină, iar la întreruptoarele cu expansiune cuva este tot din rășină. Rășina de turnare se utilizează și pentru piese care nu sînt solicitate electric, de exemplu cilindrii pentru acționarea cu aer comprimat, în care rășina împreună cu pistonul din aliaj ușor asigură autolubrifierea, excluzînd în același timp și coroziunea.

A. S.

CZ 621.315.616.96 : 621.312

Rășini epoxidice. Aplicațiile lor principale în industria electrotehnică. [După M. Marozean; Rev. gén. Électr. **69** (1960), 11, 579—590, 8 fig., 12 tab.].

Autorul descrie în articol principalele rășini utilizate în Franța, începînd din anul 1949, și caracteristicile electrice și mecanice pe care le posedă acestea. Se disting următoarele tipuri de rășini utilizate în industria electrotehnică : adezive, de culoare (colorate), de impregnare și de stratificare. Utilizarea rășinilor menționate în industria electrotehnică se face pe o scară largă, datorită proprietăților lor electrice și mecanice bune, ușurinței de prelucrare și costului relativ redus.

Ținînd seama de condițiile de funcționare și de caracteristicile necesare, se pot stabili compozițiile caracteristice descrise în lucrare. Pe lîngă proprietățile electrice și mecanice autorul prezintă tehnologia de obținere și metodele de încercare. Prin conținutul său, articolul este util inginerilor care se ocupă cu elaborarea și introducerea în industrie a rășinilor epoxidice.

P. B.

CZ 621.315.623 : 621.316.5.027.8

Izolația față de pămînt a aparatajului de înaltă tensiune considerată din punctul de vedere al mecanicii materialelor. [După G. Pachmann; Elektrie **14** (1960), 5, 172—176, 9 fig., 2 tab., 5 ref.].

Pornind de la sarcina de a construi separatoare pentru seriile 110, 220, 380 și 500 kV cu tracțiuni nominale mărite la borne de 200, 400, 500 (600) kp, se arată că produsul σW (rezistența structurii) trebuie să crească cu seria de tensiuni în raportul 1 : 4 : 8 : 12 : (15). Cînd crește seria de tensiuni, apare tot mai mult în primul rînd problema materialului în legătură cu solicitările mecanice. Studiul diferiților parametri și al influenței lor asupra bunei utilizări a materialelor este indispensabil. Rezultatele experiențelor fotoelastice au dus la înlocuirea izolatorului suport tripied cu izolatorul suport triplu. Se realizează o bună utilizare a materialelor printr-o construcție din elemente, printr-un montaj netensionat și prin folosirea unui coeficient de siguranță adaptat necesităților. Va fi necesar să se determine comportarea porțelanului la sarcini statice și dinamice de durată și creșterea tensiunii mecanice determinată de vibrația funiei. Se consideră insuficient și necorespunzător coeficientul de siguranță formulat după VDE 0210/2.58 § 12. Luînd ca bază definiția tracțiunii nominale la borne după VDE 0670/57, după care aceasta ar fi forța statică exterioară care acționează la borna unui aparat de conectare, coeficientul de siguranță ar trebui să ia în considerare numai creșterile dinamice ale tensiunii. Dacă dispersia materialului se află în afara coeficientului de siguranță acesta este raportul dintre rezistența inimă garantată la încovoiere și tracțiunea nominală la borne. Întrucît distrugerea texturii depinde de amplitudinea oscilațiilor suprapuse și de numărul alternanțelor sarcinii, pare necesar să se coordoneze tracțiunea nominală la borne cu acea mărime admisibilă a frecvenței și amplitudinii oscilațiilor suprapuse, la care nu se produce o micșorarea a rezistenței. După VDE 0210/2.50 8, valoarea statică a tracțiunii nominale maxime la borne poate fi atinsă la —5° C cu sarcină suplimentară sau la —20°C fără sarcină suplimentară. Acestea sînt temperaturile de referință pentru determinarea rezistenței minime garantate la încovoiere. Determinarea tracțiunii nominale la borne de 400 kp pentru izolatorul suport triplu de 380 kV se face după VDE 0210/2.50 12/1 și VDE 0446/3.55 17, întrucît nu sînt încă cunoscute comportarea porțelanului la sarcină statică și dinamică de durată și creșterile tensiunii mecanice produse de oscilația funiei. Industria porțelanului trebuie să determine rezistențele de durată pentru cazurile de încărcare, I sarcină statică, II sarcină pulsatorie, III sarcină alternativă.

A. S.

CZ. 621.315.623.51

Încercarea izolatoarelor de înaltă tensiune. [După H. Kläy; Elektrizitätsverwertung; **36** (1961), 1, pag. 1—5, 12 fig.].

Caracteristicile electrice ale izolatoarelor de înaltă tensiune pot fi apreciate funcție de modul de repartiție a cîmpului electric la suprafața acestora. Autorul prezintă modul de repartiție a tensiunii de-a lungul unui lanț de izolatoare și forma cîmpului la izolatoare suport cu sau fără inele de protecție. Rezultatele prezentate sînt obținute pe cale experimentală. Comportarea la solicitările mecanice este analizată cu ajutorul ultrasunetelor și al fotoplasmei care caracterizează suficient de bine solicitările interioare. Încercările experimentale s-au efectuat atît cu tensiune de frecvență industrială, cît și cu tensiune de impuls, iar parametrii necesari au fost determinați cu ajutorul oscilogramelor ridicate. Articolul scoate ca atare în evidență în mod calitativ și cantitativ caracteristicile izolatoarelor încercate și stabilește modul de experimentare; lucrarea este utilă inginerilor care se ocupă cu încercări la înaltă tensiune.

P. B.

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂTEANU, ing. ȘT. GROSU, conf. ing. GH. HORTOPAN, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Metalurgiei și Construcțiilor de Mașini. Editor: Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. Redacția și Administrația: București, Str. Ion Ghica, nr. 3. Telefon 13 57 28 — 14 06 21. Redacția își rezervă toate drepturile privind lucrările precum și materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît și privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30. Prețul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor ASIT, precum și la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicațiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, București. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2. — c. 2296

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.314.2.012.8 : 045.53

Antoniu S. I. : **Эквивалентный контур трансформатора с тремя обмотками.**

Electrotehnica, **9** (1931) 7, 221—227

В современных электрических сетях трансформатор с тремя обмотками занимает очень важное место, как с точки зрения энергетики, делая соединение между тремя сетями с разным напряжением, так и с точки зрения защиты и уничтожения третьей гармоники. Автор приводит общий метод постройки эквивалентной цепи такого трансформатора и одновременно простой метод расчета токов, проходящих по трем обмоткам трансформатора; метод можно обобщать для трансформаторов с каким угодно числом обмоток. Дается числовой пример.

ДК 621.313.333.2 :621.312.001.14

Berberianu Alex. : **Вопросы проектирования в разработке новой единой партии асинхронных электродвигателей.**

Ecectrotehnica. **9** (1931) 7, 228—236

Представлены принципы и работы, которые были положены в основу проектирования и внедрения в производство габаритов 8 и 9 из новой единой партии асинхронных двигателей в РНР, показывая их положение по отношению к предписаниям ЧЕИ и СЭВ и подтверждая параметры и выбранные конструктивные решения. Также изложены результаты испытаний опытных моделей с описанием новых расчётных и конструктивных решений, принятых для создания двигателей. В заключение сравнивается удельный вес двигателей новой партии с двигателями старой серии и в общих чертах дается программа будущих работ с целью распространения партии на габарит 10 и на принятые конструктивные варианты.

ДК 621.316.925.44

Huhulescu M. : **Эффективность защиты биметаллических реле**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 236—244

Перечислены условия, которым должны удовлетворять биметаллические реле с целью обеспечения эффективной защиты. Для наглядности приводятся разные положения, получаемые в эксплуатации двигателей и подходящий тип биметаллического реле для каждого случая в отдельности. Статья позволяет читателям правильно ориентироваться прио выборе подходящей защиты.

ДК 621.311 : 061.3. ЧИГРЕ „1960"

*** * * : Работы 18—ой сессии Международного совещания по большим электрическим сетям (Париж, июнь, 1960)**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 244—245

Работы электротехнических групп, 247

ДК 621.313.32
Группа 11, **Генераторы,** 247—249

ДК 621.314.2
Группа 12, **Трансформаторы,** 249—251

ДК 621.316.57
Группа 13, **Разъединители,** 251—253

ДК 621.315.2
Группа 21, **Кабеля,** 253—254

ДК 621.316.62
Группа 25, **Изоляторы,** 254—255

ХРОНИКА, 255
ДОКУМЕНТАЦИЯ, 256—260

CONTENTS

DC 621.314.2.012.8 :045.53

Antoniu S. I. : **The equivalent circuit of three windings transformers**

Electrotehnica, **9** (1961) 7, 221—227

In modern electrical networks the transformer with three windings plays a most important part from the energetic standpoint by making the junction between three networks of different voltages. Protection and annihilation of harmonic 3 are also considered to be of high interest. The author presents a general building method of the equivalent circuit of such transformers and an easy method for computing the currents circulating within the three windings of the transformer. This method can be used with any transformer irrespective of the number of windings.

A numerical example illustrates the method suggested.

DC 621.313.333.2 : 621.312.001.14

Berbereanu Alex. : **Designing problems in elaborating the new unitary series of asynchronous motors.**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 228—236

The basic principles and works connected with the designing and manufacture of clearance gauges 8 and 9 of the new unitary series of asynchronous motors in the R.P.R. are pointed out in this paper. Their position is discussed in the light of the recommandations of the CEI and CAER (Mutual Economic Aid Council)

The parameters prescribed and constructive solution chosen are explained. The results of model tests are also given together with a description of the new computation and building solutions adopted.

In conclutsions the specific weight of the new motors is compared with that of the old series and the program of future works is outlined in view of extending the series by using the clearance gauge 10 and the usual constructive variants.

DC 621.316.925.44

Huhulescu M. : **The effectiveness of bimetallic relay protection**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 236—244

The conditions required from bimetalic relays in view of an effective protection are pointed out.For exemplification, different situations met with during motor operation are presented as well as the adequate type of bymetallic relay for each case discussed. This paper enables the reader to chose an adequate protection.

DC 621.311 : 061.3, CIGRÉ „1960"

The works of the 18th session of the International Conference for large electric netwotks. (Paris, June 1960)

Electrotehnica **9** (1961) 7, 244—246

The works of the electro-technical groups, 247

DC 621.313.32
Group 11 **Generators,** 247—249

DC 621.314.2
Group 12 **Transformers,** 249—251

DC 621.316.57
Group 13 **Breakers,** 251—253

DC 621.315.2
Group 21 **Cables,** 253—254

DC 621.316.62
Group 25 **Insulators,** 254—255

CHRONICLE, 255
DOCUMENTATION, 256—260

SOMMAIRE

CD 621.314.2.012.8 :045.53

Antoniu S. I. : **Le circuit équivalent du transformateur à trois bobinages**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 221—227

Dans les réseaux électriques modernes, le transformateur à 3 bobinages occupe une place des plus importantes aussi bien du point de vue énergétique, faisant la jonction entre 3 réseaux à tensions différentes, que du point de vue de la protection et de l'annihilation de l'harmonique 3.

L'auteur donne une méthode générale de construction du circuit équivalent d'un pareil transformateur et, en même temps, une méthode simple de calcul des courants circulant dans les trois bobinages du transformateur. La méthode donnée peut être généralisée dans les transformateurs à n'importe combien de bobinages. Un exemple numérique illustrant cette méthode y est ajouté.

CD 621.313.333.2 :621.312.001.14

Berbereanu Alex. : **Les problèmes de l'établissement des projets à l'élaboration de la nouvelle série unitaire des moteurs électriques asynchrones**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 228—236

L'auteur expose les principes et les travaux ayant servi de base à l'élaboration des projets et à la mise en fabrication des gabarites 8 et 9 de la nouvelle série unitaire des moteurs électriques asynchrones de la République Populaire Roumaine, tout en indiquant leur position par rapport aux prescriptions de la CEI et du CAER (Conseil de l'aide économique réciproque). Il justifie les paramètres prescrits et les solutions constructives choisies. Aussi expose-t-il les résultats des essais sur les modèles expérimentaux, tout en donnant la description des solutions nouvelles, concernant aussi bien le calcul que la construction, adoptées en vue de la réalisation des machines. En concluant, il présente une comparaison entre le poids spécifique des nouveaux moteurs et celui de l'ancienne série de moteurs et esquisse le programme des travaux futurs en vue de l'extension de la série au gabarite 10 aussi qu'aux variantes constructives usuelles.

CD 621.316.925.44

Huhulescu M. : **L'efficacité de la protection par des relais bimétalliques**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 236—244

L'auteur indique les conditions que les relais bimétalliques doivent remplir afin d'assurer une protection efficace. À titre d'exemple, il présente différentes situations apparues pendant l'exploitation des moteurs et le type des relais bimétallique indiqué pour chaque cas, considéré séparément. L'article offre au lecteur la possibilité d'une orientation juste dans le choix d'une protection satisfaisante.

CD 621.311.061.3.CIGRE" 1960.

x x x: **Les travaux de la 18-e Session de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Électrique (Paris, 1960 juin).**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 244—246

Les travaux des groupes électrotechniques, 247

CD 621.313.32
Groupe 11. **Génératrices,** 247—249

CD 621.314.2
Groupe 12. **Transformateurs,** 249—251

CD 621.316.57
Groupe 13. **Interrupteurs,** 251—253

CD 621.315.2
Groupe 21. **Câbles,** 253—254

CD 621.316.62
Groupe 25. **Isolateurs,** 254—255

CHRONIQUE, 255

DOCUMENTATION, 256—260

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.314.2.012.8 :.045.53

Antoniu S. I. : **Der Ausgleichstromkreis des Transformators mit drei Wicklungen**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 221—227

In den modernen Elektrizitätsnetzen nimmt der Transformator mit drei Wicklungen eine immer bedeutendere Stellung ein, und dies sowohl vom energetischen Standpunkt aus, indem er die Verbindung zwischen drei Netzen mit verschiedener Spannung herstellt, als auch vom Standpunkt des Schutzes und der Aufhebung der dritten Harmonischen. Der Verfasser gibt eine allgemeine Ausführung des Ersatz-Stromkreises eines solchen Transformators an, und gleichzeitig ein einfaches Berechnungsverfahren für die Ströme, die in den drei Wicklungen fliessen : das Verfahren kann auf Transformatoren mit einer beliebigen Anzahl von Wikklungen verallgemeinert werden. Ein Zahlenbeispiel veranschaulicht das Verfahren.

DK 621.313.333.2. = 621.312.001.14

Berbereanu Alex. : **Projektierungsverfahren beim Entwikkeln einer neuen Serie von Einheits- Asynchronmotoren.**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 228—236

Es werden die Prinzipien und die Arbeiten dargelegt, die die Grundlage des Projektierens und der Einführung in den Fabrikationsgang der Grössen profile 8 und 9 aus der neuen einheitlichen Serie der Asynchronmotoren in der RVR bildeten, wie auch ihre Stellung gegenüber den Bestimmungen des Internationalen Wirtschaftsrats (IWR) und des Rats für gegenseitige Wirtschaftshilfe (RGWH), wobei die vorgeschriebenen Parameter und die gewählten Konstruktiven Lösungen gerechtfertigt werden. Ferner werden die Ergebnisse der Modellversuche dargelegt, vervollständigt mit der Beschreibung sowohl der neuen Berechnungs — als auch Baulösungen im Hinblick auf die Verwirklichung der neuen Maschinen. Abschliessend, wird das Eingengewicht der neuen Motoren mit dem der alten Serie verglichen, und das Programm der künftigen Arbeiten im Hinblick auf die Erweiterung der Serie mit dem Grössen profil 10 und der gebräuchlichen Abarten dargelegt.

DK 621.316.925.44

Huhulescu M. : **Die Wirksamkeit des Schutzes durch bimetallische Relais.**

Electrotehnica **9** (1961) 7, 236—244

Es werden die Bedingungen dargelegt, die die bimetallichen Relais zwecks eines wirksamen Schutzes erfüllen müssen. Zur Veranschaulichung werden verschiedene Fälle, die während des Betriebs der Motoren auftauchen können, wie auch der Relaistyp angeführt, der für den jeweiligen Fall angebracht ist. Der Aufsatz ermöglicht es dem Leser die richtige Wahl des entsprechenden Schutzes zu treffen.

DK 621.311 :061.3, CIGRE „1960"

Die Arbeiten der 18. Tagung der internationalen Konferenz der grossen Energienetze. (Paris, Juni 1960)

Electrotehnica **9** (1961) 7, 244—246

Die Arbeiten der elektrotechnischen Fachausschüsse, 247

DK 621.313.32
11. Gruppe **Generatoren,** 247—249

DK 621.314.2
12. Gruppe **Transformatoren,** 249—251

DK 621.316.57
13. Gruppe **Schalter,** 251—253

DK 631.315.2
21. Gruppe **Kabel,** 253—254

DK 621.316.62
25. Gruppe **Isolatoren,** 254—255

CHRONIK, 255

DOKUMENTATION, 256—260

MŰSZAKI KÖNYVTÁR · ORSZÁGOS · 1883

NOUL APARAT DE RADIO DE CONSTRUCȚIE ORIGINALĂ

Fantezia

S 604 A

Oferă o audiție minunată cu performanțe excelente pe toate lungimile de undă.

● 3 + 2 TUBURI ELECTRONICE ● 3 GAME DE UNDĂ ● 2 DIFUZOARE DE 2.5 VA – MONTATE LATERAL ● INDICATOR OPTIC DE ACORD ● REGLAJ DE TON

Casetă de construcție originală cu ornamentație de alamă plăcută ochiului, care dă o notă de eleganță oricărui interior.

Electronica

INTREPRINDERE INDUSTRIALĂ DE STAT PENTRU PIESE ȘI APARATE DE RADIO, TELEVIZOARE ȘI ELECTRONICĂ INDUSTRIALĂ

București, str. Baicului nr. 82, raionul 1 Mai ● Telefon: 12 19 40 – 12 19 46 12 19 49

Recomandări privind întocmirea articolelor tehnico-științifice

1. FONDUL ARTICOLELOR

1.1. *Lucrări* **ce pot fi prezentate spre publicare:**

1.1.1. *de importanță generală* **(principii noi, dispoziții noi, rezultate experimentale originale, studii teoretice inedite, ale unor fenomene fizice și procese tehnice cu caracter general);**

1.1.2. *tehnico-științifice, speciale, teoretice sau experimentale,* **avînd contribuții originale dar referindu-se la un domeniu de specialitate restrîns (extinderea valabilității unor dispoziții, aplicarea unor teorii sau metode cunoscute la o problemă nouă, rezultate experimentale inedite sau de control);**

1.1.3. *tehnice obișnuite* **(expunerea studiului unor probleme tehnico-științifice, discuții și critici ale unor rezultate cunoscute etc.).**

1.2. *Legătura cu practica* **muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.**

1.3. *Verificarea experimentală* **se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.**

1.4. *Lucrări* **care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.**

2. FORMA ARTICOLELOR

2.1. *Organizarea* **lucrării**

2.1.1. *Titlul* **va prezenta în minimum de cuvinte obiectul lucrării.**

2.1.2. *Numele* **autorului va fi precedat de prenume.**

2.1.3. *Un scurt rezumat* **fixînd premizele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 6–8 rînduri, se va anexa lucrării.**

2.1.4. *Împărțirea* **pe capitole se va face cu cîteva subtitluri potrivit alese, în număr strict necesar pentru o expunere clară a ideilor și înlesnirea orientării.**

2.1.5. *Textul.* **În introducere, se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase, de asemenea se va evita repetarea în text a celor ce poate fi găsit în literatura publicată sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.**

2.1.6. *Concluziile* **vor concentra rezultatele obținute, cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.**

2.1.7. *Anexele* **pot cuprinde demonstrații originale sau absolut necesare înțelegerii formulelor din text de asemenea, în anexe se pot da exemple de calcul în cazul articolelor care necesită asemenea exemple.**

2.1.8. *Citarea literaturii de specialitate.* **Afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt general cunoscute vor fi referite la lista bibliografică de la sfîrșitul lucrării. Referirea se face indicîndu-se poziția lucrării în lista bibliografică, în paranteze drepte.**

2.2. *Prezentarea* **lucrării**

2.2.1. *Nivelul* **articolelor va fi înalt.**

2.2.2. *Stilul.* **Redactarea va fi clară și concisă. Ortografia va fi în concordanță cu regulile Academiei R.P.R. Nu se admit prescurtări cu excepția celor unanim cunoscute.**

2.2.3. *Dezvoltările matematice* **vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului matematic. Este suficient, în general, punerea în ecuație și indicarea rezultatelor. Pentru demonstrații se vor alcătui anexe (v. pct. 2.1.7).**

2.2.4. *Tabelele* **se vor folosi în cazul cînd date numerice importante nu pot fi reprezentate grafic satisfăcător. Nu se admite folosirea concomitentă a datelor numerice sub formă de tabelă și diagramă. Tabelele vor fi referite în text și se va indica sursa lor.**

2.2.5. *Materialul grafic ilustrativ* **(figuri, fotografii) va permite reprezentarea clară și intuitivă a unor idei, puncte de vedere. Ele trebuie să completeze expunerea din text și vor fi referite cu grijă în text indicîndu-se sursa lor.**

2.2.6. *Sistematizarea și numerotarea* **capitolelor se va face cu grije evitîndu-se excesele. Se recomandă utilizarea sistemului zecimal.**

.3. *Forma exterioară a lucrării*

2.3.1. *Terminologie, mărimi și unități.* **Se recomandă a fi conforme cu normele internaționale și STAS-urile în vigoare.**

2.3.2. *Scrierea formulelor.* **Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc. Numerotarea formulelor se va face în paranteze în dreapta rotunde.**

2.3.3. *Figurile* **trebuie executate unitar și rațional. Ele vor fi numerotate în continuare. Fotografiile vor fi pe hîrtie strălucitoare alb-negru. Explicația figurilor se va face pe o pagină separată.**

2.3.4. *Notele* **din text se numerotează în continuare.**

2.3.5. *Citarea* **literaturii în text se face prin simpla indicare a poziției lucrării din cadrul listei bibliografice, în paranteze drepte, fără alte mențiuni.**

2.3.6. *Lista bibliografică* **se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele), speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, prenumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus, în paranteze), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, prenumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus, în paranteze), revista, tomul, anul, numărul, pagina.**

2.3.7. *Scrisul la mașină* **al articolelor este recomandat cu insistență, exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). În partea stîngă a foii se lasă o margine de 5 cm.**

2.3.8. *Paginația* **se face în continuare. Se recomandă un volum de 10–12 pagini pentru articole.**

2.3.9. *Expedierea.* **Lucrările (în dublu exemplar) vor fi prinse cu agrafe. Manuscrisul se expediază cu paginile întinse format A4 și cu plicul conținînd materialul grafic-ilustrativ anexat.**

3. RELAȚII CU REDACȚIA

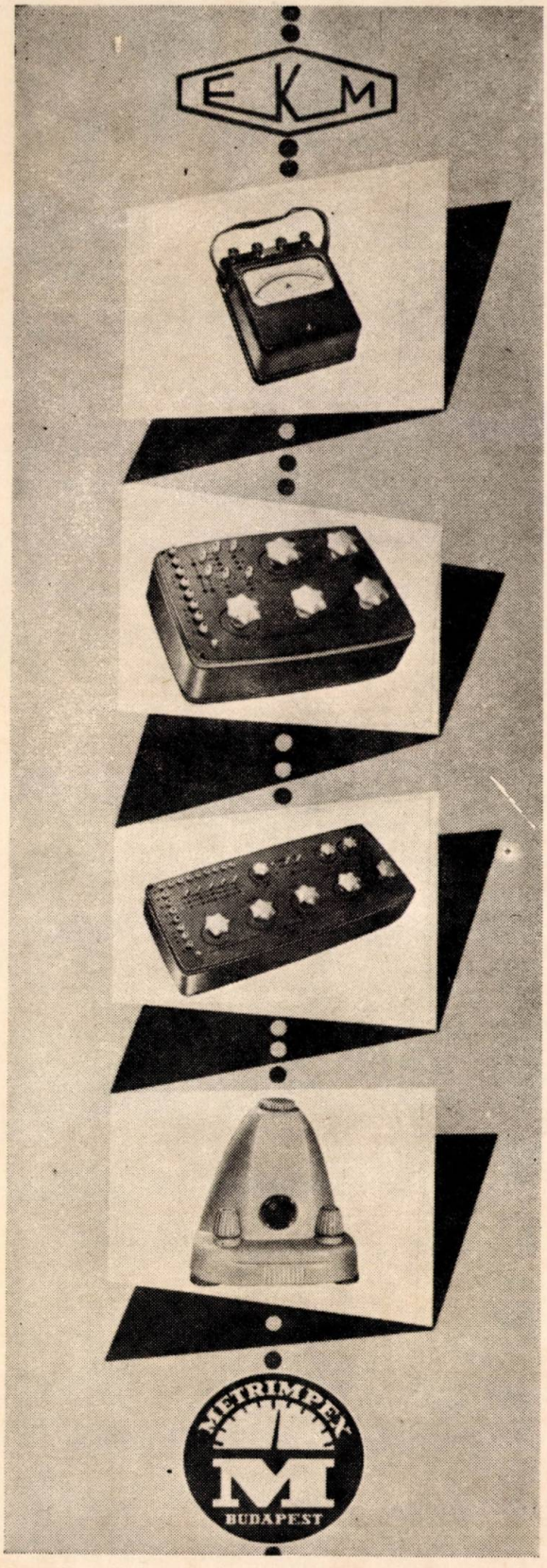
3.1. Nu se admite trimiterea concomitentă a textului la alte publicații.

3.2. Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri academice, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, nr. de telefon.

3.3. Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.

3.4. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare.

3.5. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări esențiale față de manuscris. Modificările importante ale manuscrisului cad în sarcina autorului.



APARATE DE MĂSURAT TRANSPORTABILE

Ampermetre şi voltmetre magnetoelèctrice (tip HDA respectiv HDV) de la 100 μA pînă la 10 A, respectiv de la 3 V pînă la 600 V. Pentru curent alternativ (tip HDwA) cu redresor cu cuproxid de la 10 mA pînă la 500 mA.

Pentru tensiune alternativă (tip HDwA) de la 7,5 V pînă la 600 V.

Voltmetre electromagnetice (tip HLV) de la 75 V pînă la 520 V.

Ampermetre (tip HLA) de la 0,5 A pînă la 20 V.

Wattmetre electrodinamice (tip HEW) şi cosfimetre (tip HEO) de la 110 V 1,5 A pînă la 600 V5 A.

Punţi de măsurare, compensatoare şi galvanometre pentru măsurări de laborator de înaltă precizie.

Punţi duble (Thomson) pentru măsurarea rezistenţelor mici (tip YT). Limite de măsurare: de la 10^{-4} pînă la $10^{3}\Omega$.

Punţi Wheatstone pentru măsurarea rezistenţelor mari (tip IW). Limite de măsurare: de la 1 pînă la $10^{7}\Omega$.

Compensatoare cu trei circuite de curent şi compensatoare Feussner pentru măsurări de curenţi şi tensiuni (tip YK). Limite de măsurare: de la 1 pînă la 1500 V.

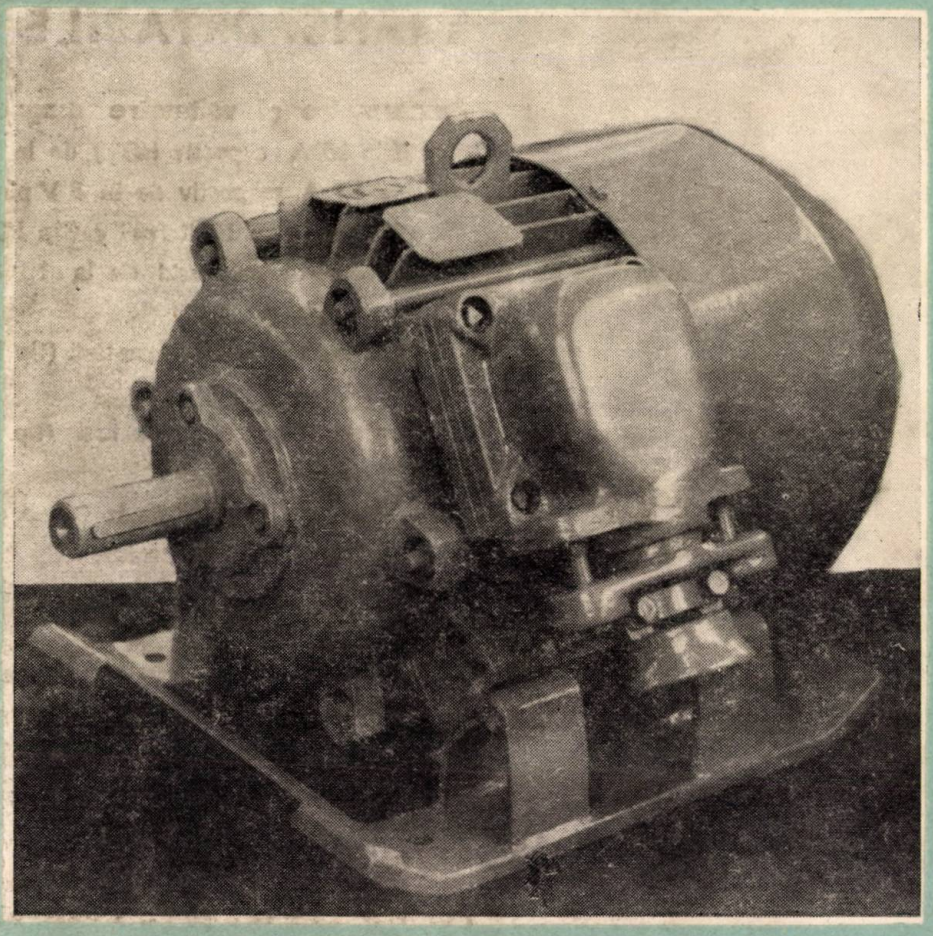
Galvanometre cu oglindă GT-1 de la $5x10^{-8}$ A pînă la $1x10^{-9}$ A, cu transformator cu reţea montat separat în dispozitivul de proiecţie.

Export

METRIMPEX

ÎNTREPRINDERE UNGARĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE PRODUSE ALE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa poştală: Budapesta 62 ● Căsuţa poştală 202 Ungaria ● Adresa telegrafică: **INSTRUMENT BUDAPESTA**



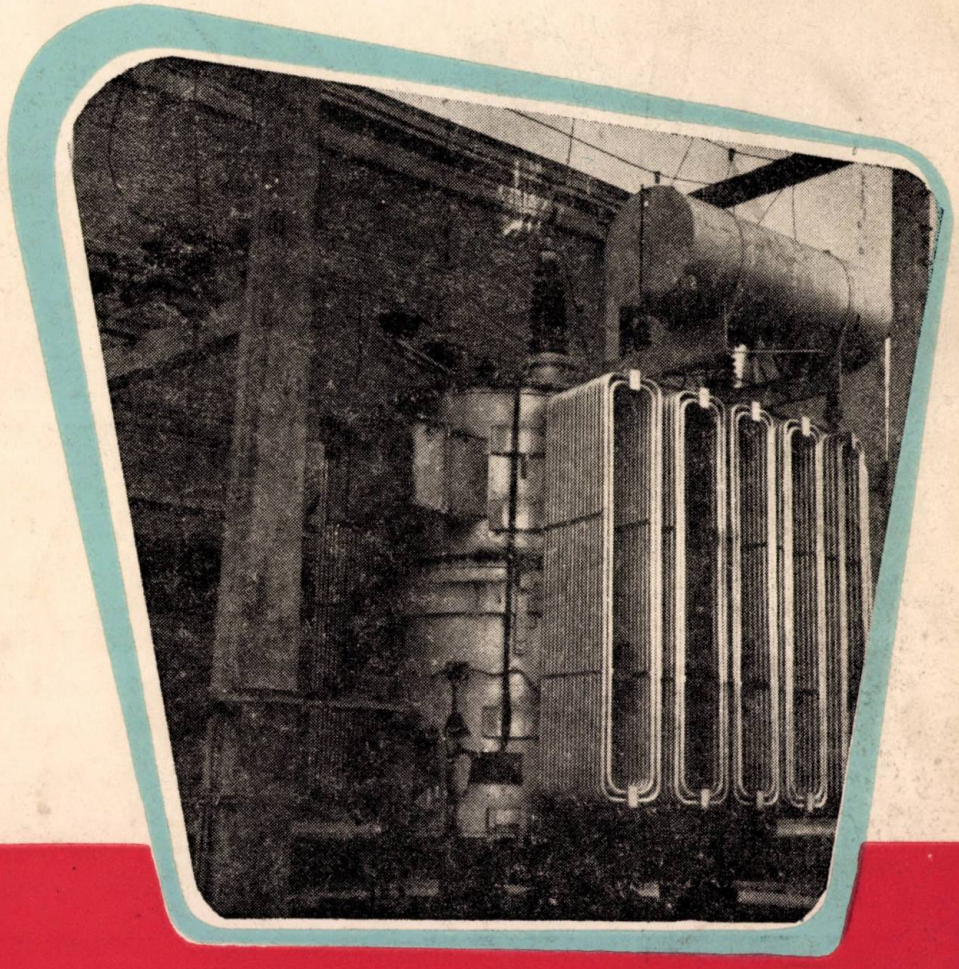
E 2040

R

KAT

ELECTROTEHNICA

REFERATIVA



8

Electrotehnica—București ★ Anul 9 ★ nr. 8 ★ p. 261—300 ★ august 1961

COMBINATUL CHIMIC Făgăraș

produce și livrează:

- **BACHELITĂ PRAF**
- **AMINOPLAST PRAF**
- **OBIECTE PRESATE DIN BACHELITĂ ȘI AMINOPLAST:**

— *cutie pentru megohmetre*
— *cutie pentru voltmetre*
— *borne bipolare*
— *capace și butoni pentru întrerupători*

Pentru producția de s e mare furnizorul, execută proiectarea și sculele necesare presării pieselor respective.

ELECTROTEHNICA

anul 9 nr. 8 august 1961

CUPRINS

CZ 621.314.2.015.1.001.57

Hortopan Gh. : **Modelarea transformatoarelor în scopul determinării repartiției la tensiunea de impuls**

Electrotehnica 9 (1961) 8, 261—269

În această primă parte a lucrării se stabilește o metodă generală pentru obținerea răspunsului tranzitoriu în cazul aplicării undei de impuls asupra înfășurării transformatorului. Se obține, în primul rînd, răspunsul la aplicarea undei dreptunghiulare, pe baza căreia se calculează răspunsul pentru unda cu front exponențial și pentru unda dublu-exponențială. Se analizează posibilitățile de folosire a metodei analitice dezvoltate și se compară rezultatele obținute prin calcul cu cele obținute experimental.

CZ 621.313.333.042.2

Pop P. și *Rusandu R.* : **O nouă tehnologie de împachetare a statoarelor motoarelor asinerone**

Electrotehnica 9 (1961) 8, 269—272

Se prezintă o nouă tehnologie de împachetare a tolelor statoarelor pentru motoarele electrice asincrone arătîndu-se în ce constă ea, precum și avantajele tehnico-economice. Prin aplicarea acestei tehnologii la Uzina Electroprecizie — Săcele s-a obținut o importantă creștere a productivității muncii, s-a ridicat calitatea produselor, realizîndu-se totodată și importante economii de materiale.

CZ 621.316.53.004.6

Engher E. și *Darie R.* : **Contactoare cu rezistență mărită la uzură**

Electrotehnica 9 (1961) 8, 273—280

Se prezintă încercările la uzură mecanică executate în laboratorul întreprinderii „Electroaparataj" asupra celor două tipuri de contactoare, cu translație și cu rotație, din producția curentă a întreprinderii, cum și concluziile pe baza rezultatelor obținute. Se arată măsurile luate pentru mărirea rezistenței la uzura mecanică a contactoarelor, cum și noul tip de magnet E cu braț fals, adoptat la contactoarele cu mișcare de rotație.

CZ 621.313.84 : 629.118.3

Bichir I. N. : **Microgenerator cu magneți permanenți și tensiune stabilă**

Electrotehnica 9 (1961) 8, 282—288

Pornind de la condițiile tehnice impuse generatoarelor de bicicletă, se dau pe scurt bazele teoretice specifice acestora, scoțîndu-se totodată în evidență parametrii asupra cărora se poate acționa pentru o dimensionare optimă. Interpretarea relațiilor matematice constituie un ghid în căutarea pe cale experimentală a soluției dorite. Lucrarea este completată cu rezultatele cercetărilor din cadrul ICET.

CZ 621.313.333.2.002.2

Rabinovici D. : **Probleme tehnologice ale noii serii de motoare asinerone în scurteircuit din gabaritele 8—9**

Electrotehnica 9 (1961) 8, 288—295

Se prezintă unele probleme tehnologice a căror rezolvare a constituit obiectul preocupărilor de ordin tehnico-economic la asimilarea în fabricație a noii serii de motoare asincrone în scurtcircuit din gabaritele 8—9. Se compară variantele tehnologice de ștanțare a tolelor pentru determinarea tehnologiei optime.

DOCUMENTARE

Fotografia de pe coperta I reprezintă unul dintre transformatoarele de înaltă tensiune, fabricat de uzinele „Electroputere"—Craiova, iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă un grup convertizor de sudură monobloc de 350 A, realizat la fabrica de mașini electrice „Klement Gottwald" — București.

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 8 București, august 1961

Modelarea transformatoarelor în scopul determinării repartiției la tensiunea de impuls

I

Gheorghe Hortopan * — București

În cadrul unei lucrări complexe realizate la ICET, privind modelarea transformatoarelor, cu referire la comportarea lor la impuls de tensiune, se tratează în primul rînd posibilitățile oferite de calculul analitic în scopul obținerii răspunsului tranzitoriu la aplicarea undei de impuls.

CZ 621.314.2.015.1.001.57

Transformatoarele de înaltă tensiune, conectate la liniile electrice aeriene, reprezintă obiecte „expuse" supratensiunilor atmosferice. Existența capacităților „serie" și „paralel" precum și a inductivității înfășurării, conduce la obținerea unui răspuns tranzitoriu complet diferit de starea finală, atunci cînd se aplică unda de impuls, care reprezintă reproducerea supratensiunii atmosferice. Cunoașterea cît mai exactă a repartiției tensiunei de impuls de-a lungul înfășurării, face posibil să se determine solicitările dielectrice ale izolației principale, ale izolațiilor între galeți și între spire. În acest mod se obțin elemente pentru dimensionarea corectă și economică a complexului de izolații din transformator.

În legătură cu determinarea repartiției tensiunei de-a lungul înfășurării transformatorului se desvoltă :

— Posibilitățile de rezolvare a problemei folosind calculul analitic, cu aplicație la condițiile concrete de funcționare ale transformatoarelor.

— Necesitatea de a recurge la modelul electromagnetic combinat, cu desvoltarea teoriei modelării și a analizei acestei teorii în lumina folosirii ei practice.

— Practica modelării folosită de autor în cadrul ICET cu indicarea unor rezultate experimentale obținute.

---

* Conf. ing. *Gh. Hortopan*, Laureat al Premiului de Stat, este director tehnic al Institutului de Cercetări Electrotehnice.

1. Calcul analitic

În lucrările de specialitate [1], [2] se determină repartiția tensiunii de-a lungul înfășurării, în cazul undei de impuls dreptunghiulare, în cazul cînd transformatorul este cu neutrul conectat la pămînt sau cînd neutrul este izolat. În cazul transformatorului cu neutrul conectat la pămînt în literatura mai nouă [3] se determină repartiția tensiunii pentru orice formă a undei aplicate înfășurării transformatorului. În cadrul lucrării de față autorul stabilește repartiția tensiunei, folosind o metodă generală, pentru toate cazurile posibile în practică și anume :

— neutrul izolat, unda dreptunghiulară.

— neutrul conectat la pămînt, unda dreptunghiulară,

— neutrul izolat, sau conectat la pămînt, cu unda cu front exponențial sau unda de impuls normalizată.

Pentru determinarea răspunsului (reparriției tensiunii) la aplicarea undei dreptunghiulare se folosește calculul operațional [4] iar pentru aflarea răspunsului la aplicarea unei unde oarecare (cu front exponențial, sau unda de impuls normalizată) se folosește integrala Duhamel [4]. Oscilograme privind răspunsul tranzitoriu sunt indicate de Prof. Sirotinski [5].

1.1. Ipoteze de calcul

Înfășurarea transformatorului, supusă undei de impuls, reprezintă un circuit cu constante repartizate neuniform. Determinarea repar-

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

tiţiei tensiunii, în aceste condiţii riguroase, fără a recurge la auxiliare de calcul, este practic imposibilă. În scopul abordării problemei pe

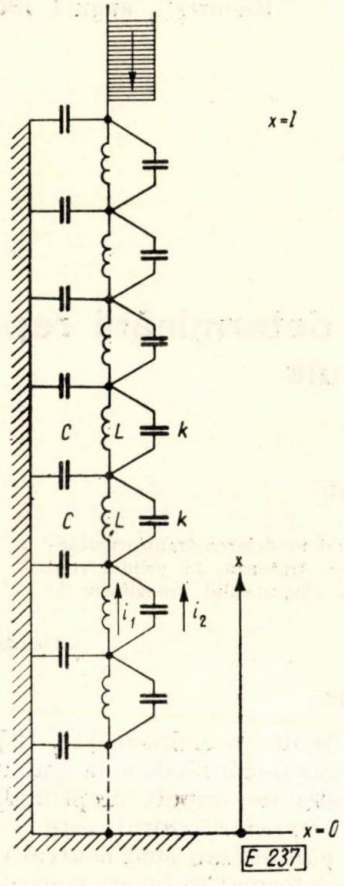


Fig. 1. Schema de principiu a înfăşurării unui transformator :
C — capacitatea paralel pe unitatea de lungime; K — capacitatea serie pe unitatea de lungime; L — inductivitatea pe unitatea de lungime.

cale analitică, urmărind figura 1, care reprezintă înfăşurarea transformatorului, se admite :

— repartiţie uniformă a capacităţii paralel C, pe unitatea de lungime;

— repartiţie uniformă a capacităţii serie K, pe unitatea de lungime;

— repartiţie uniformă a inductivităţii L, pe unitatea de lungime;

— neglijarea rezistenţei înfăşurării, deci şi a efectului pelicular.

Indiferent dacă neutrul este conectat sau nu la pământ, ecuaţiile diferenţiale generale, cu respectarea notaţiilor din figura 1, sînt :

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial u}{\partial x}\,\mathrm{d}x = \frac{\int_0^t i_2\,\mathrm{d}t}{\frac{K}{\mathrm{d}x}}, \\ &\text{sau :} \\ &u(x,t) = -\frac{1}{K}\int_0^x \mathrm{d}x \int_0^t i_2\,\mathrm{d}t \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

$$\left.\begin{aligned} &-\frac{\partial u}{\partial x}\,\mathrm{d}x = L\,\mathrm{d}x\,\frac{\partial i_1}{\partial t}, \\ &\text{sau :} \\ &u(x,t) = -L\int_0^x \frac{\partial i_1}{\partial t}\,\mathrm{d}x \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

$$\left.\begin{aligned} &-\frac{\partial (i_1+i_2)}{\partial x}\,\mathrm{d}x = C\,\mathrm{d}x\,\frac{\partial u}{\partial t}, \\ &\text{sau :} \\ &u(x,t) = -\frac{1}{C}\int_0^t \frac{\partial i_1}{\partial x}\,\mathrm{d}t - \frac{1}{C}\int_0^t \frac{\partial i_2}{\partial x}\,\mathrm{d}t \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

1.2. Rezultate în cazul aplicării undei dreptunghiulare

Folosirea relaţiilor (1), (2), (3) în scopul obţinerii răspunsului $u(x,t)$ conduce la calcule laborioase. În tabela 1 se indică rezultatele calculelor, la aplicarea undei dreptunghiulare în cele două ipoteze de funcţionare a transformatorului : neutrul conectat la pământ şi neutrul izolat. Tot în această tabelă se fac trimiteri la anexele în care se justifică relaţiile obţinute ; de asemenea se precizează notaţiile folosite.

Rezultatele sînt prezentate comparativ, ceea ce permite o înţelegere mai uşoară a fenomenelor tranzitorii, care au loc în înfăşurare. Se constată, atît în cazul neutrului conectat la pământ, cît şi în cazul neutrului izolat, formarea de unde staţionare de curent şi tensiune. Undele de curent sînt în cuadratură în timp şi spaţiu cu undele de tensiune. Înfăşurarea cu neutrul conectat la pământ oscilează în jumătate de lungime de undă, iar înfăşurarea cu neutrul izolat oscilează în sfert de lungime de undă, aşa cum se arată în figura 2 şi cum rezultă din ecuaţiile (4) şi (4′).

La transformatorul cu neutrul conectat la pământ inductivitatea armonicei n se determină observînd, în figura 2 a, că efectul total de magnetizare al curentului i_2 asupra coloanei transformatorului este nul, porţiunile magnetizate într-un sens alternează cu cele magnetizate în sens contrar. Ca urmare vor apare fluxuri transversale, care în fond lungesc reluctanţa în aer a circuitului magnetic. În condiţiile practice ale încercării la impuls, transformatorul are secundarul în scurtcircuit, iar coeficientul r din relaţia (12) este raportul între reluctanţa fluxului de dispersie longitudinal şi reluctanţa fluxului de dispersie transversal.

La transformatorul cu neutrul izolat, aşa cum rezultă din figura 2, b, există un efect total de magnetizare asupra ansamblului coloanei transformatorului, care constă la transformatorul cu secundarul în scurtcircuit dintr-un flux longitudinal de dispersie.

În ambele situaţii la evaluarea inductivităţii pentru fiecare armonică de curent se ajunge pe baza conceptului general că inductivitatea este determinată de raportul între fluxul magnetic şi curentul care străbate înfăşurarea ($L = \Phi/i$).

Răspunsul la unda dreptunghiulară *Tabela 1*

Nr.	Notația	Neutrul conectat la pământ		Neutrul izolat	
		Relația	relația nr. / nr anexei	Relația	relația nr. / nr anexe
1	repartiția $u\,(x, t)$ la $t \neq 0$,	$\frac{x}{l}\,U - \frac{2U}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Gamma_n}{\mu_n}\sin\mu_n(l-x)\cos\nu_n t$	(4)/I	$U - \frac{2U}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Gamma_n}{\mu_n}\sin\mu_n(l-x)\cos\nu_n t$	(4′)/IX
2	repartiția $u(x, t)$ la $t = 0$	$\frac{\operatorname{sh}\gamma x}{\operatorname{sh}\gamma l}\,U$	(5)/II	$\frac{\operatorname{ch}\gamma x}{\operatorname{ch}\gamma l}\,U$	(5′)/X
3	repartiția $u\,(x, t)$ la $t = \infty$	$\frac{x}{l}\,U$	(6)/III	U	(6′)/XI
4	gradientul $\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{max}$ la $t = 0$	$\gamma U \operatorname{cth}\gamma l \approx \gamma U$	(7)/IV	$\gamma\,U\,\operatorname{th}\gamma l \approx \gamma\,U$	(7′)
5	amplitudinea armonicei de tensiune U_n	$\frac{2U}{l}\cdot\frac{\Gamma_n}{\mu_n}$	(8)/V	$\frac{2U}{l}\cdot\frac{\Gamma_n}{\mu_n}$	(8′)
6	repartiția $i_1\,(x, t)$ la $t \neq 0$	$-\frac{U}{Ll}t - \frac{2U}{Ll}\sum_{n=1}^{\infty}\Gamma_n\cos\mu_n(l-x)\sin\nu_n t$	(9)/VI	$-\frac{2U}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\Gamma_n\cos\mu_n(l-x)\sin\nu_n t$	(9′)
7	amplitudinea armonicei de curent	$\Gamma_n\frac{2U}{Ll\,\nu_n}$	(10)/VII	$\Gamma_n\frac{2U}{Ll\,\nu_n}$	(10′)
8	pulsația armonicei ν_n	$\frac{\mu_n\rho}{\sqrt{\gamma^2+\mu_n^2}} = \pi\sqrt{\frac{r}{L_\sigma C'}}\sqrt{\frac{n^3}{1+(\mu_n/\gamma)^2}}$	(11)	$\frac{\mu_n\rho}{\sqrt{\gamma^2+\mu_n^2}} = \frac{\pi}{2\sqrt{L_\sigma C}}\sqrt{\frac{n^3}{1+(\mu_n/\gamma)^2}}$	(11′)
9	inductivitatea L_n'	$\frac{L_\sigma}{\gamma n}$	(12)	$\frac{L_\sigma}{n}$	(12′)
10	viteza de propagare V_n	$l\sqrt{\frac{\gamma n}{L_\sigma C'\,[1+(\mu_n/\gamma)^2]}}$	(13)/VIII	$l\sqrt{\frac{n}{L_\sigma C'\,[1+\mu_n/\gamma)^2]}}$	(13′)/VIII
11	ordinul armonicei n	1, 2, 3, 4, ...	(14)	1, 3, 5, 7, ...	(14′)
12	μ_n	$n\frac{\pi}{l}$	(15)	$n\frac{\pi}{2l}$	(15′)
13	γ	$\sqrt{\frac{C}{K}}$	(16)	$\sqrt{\frac{C}{K}}$	(16′)
14	Γ_n	$\frac{\gamma^2}{\gamma^2+\mu_n^2}$	(17)	$\frac{\gamma^2}{\gamma^2+\mu_n^2}$	(17′)
15	ρ	$\frac{1}{\sqrt{LK}}$	(18)	$\frac{1}{\sqrt{LK}}$	(18′)

Viteza de propagare V_n indicată de relația (13) respectiv (13′) va fi diferită pentru fiecare armonică în parte. Valoarea distinctă a vitezei de propagare a fiecărei armonice rezultă atît

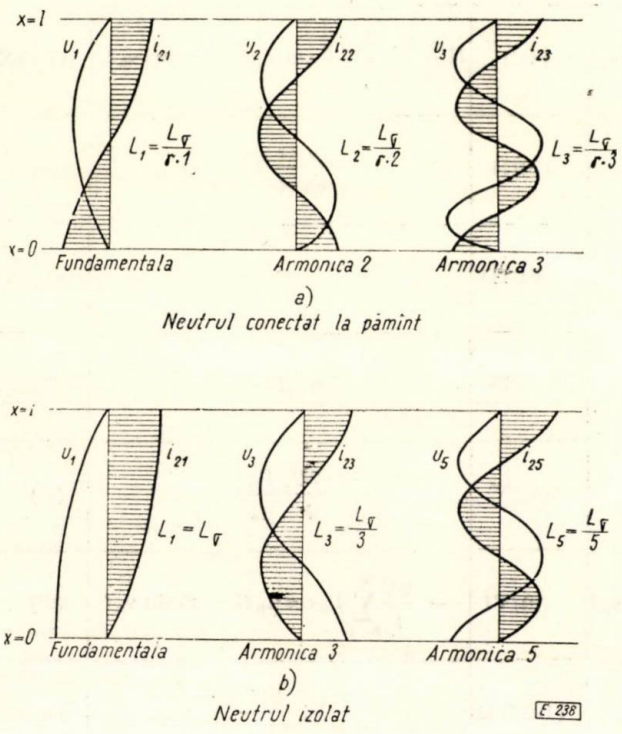


Fig. 2. Formarea undelor staționare. Conceptul de inductivitate:
a — neutrul conectat la pămînt; *b* — neutrul izolat.

din pulsația proprie fiecărei armonice, ca expresie generală, cît și din valoarea distinctă a inductivității fiecărei armonice, valoare obținută prin considerarea efectului de magnetizare asupra coloanei transformatorului.

1.3. Utilitatea practică a relațiilor din tabela 1

Această utilitate constă atît în formarea unei idei calitative privind fenomenele de propagare în înfășurările transformatoarelor cît și în cazuri mai simple, în posibilitatea de a calcula cu suficientă aproximație solicitarea dielectricilor în transformatoare. Astfel dacă se compară relațiile (8) și (8′), care reprezintă amplitudinea armonicei de tensiune, în cazul neutrului conectat la pămînt respectiv în cazul neutrului izolat, se constată că amplitudinea undei fundamentale este de cca. $2U/\pi$ la conectarea extremității înfășurării la pămînt și de cca. $4U/\pi$ în cazul extremității libere. La acest rezultat aproximativ se ajunge prin considerarea valorii $\gamma l \approx 4 \div 10$ și prin neglijarea valorii $(\pi/l)^2$ față de γ^2 cînd l este de ordinul 1,5 m. Rezultă deci că la extremitatea liberă a unei înfășurări apar supratensiuni mai mari decît pot apărea la jumătatea unei alte înfășurări cu extremitatea conectată la pămînt. Prin considerarea efectului cumulativ și al armonicelor *3* și *5* se admite că supratensiunea care apare la capătul liber al înfășurării ($x = 0$) este aproximativ $2U$. Din aceleași relații (8) și (8′) rezultă că armonicele diferite de fundamentală au amplitudini sensibil mai reduse decît fundamentala.

Dar de mare utilitate practică este considerarea repartiției inițiale dată de relația (5) respectiv (5′) și a gradientului de potențial pentru $x=l$ și $t = 0$, indicat în relația (7) respectiv (7′), relație cu care se calculează solici-

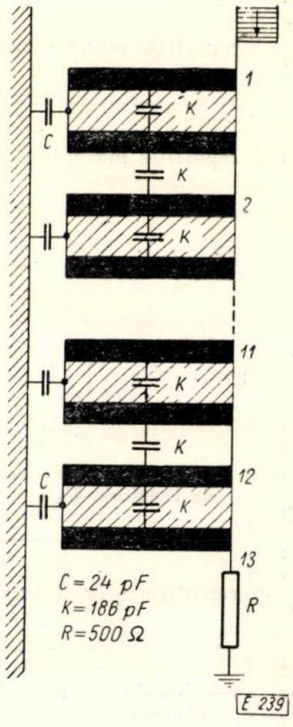


Fig. 3. Reprezentarea schematică a înfășurării de reglaj a unui autotransformator de 60 MVA, pe care s-a calculat și măsurat repartiția inițială a tensiunii ca în figura 4.

tarea dielectricului între galeți și spirele aceluiași galet. În figura 3 s-a reprezentat schematic bobinajul de reglaj al unui autotransformator pe care s-a determinat repartiția

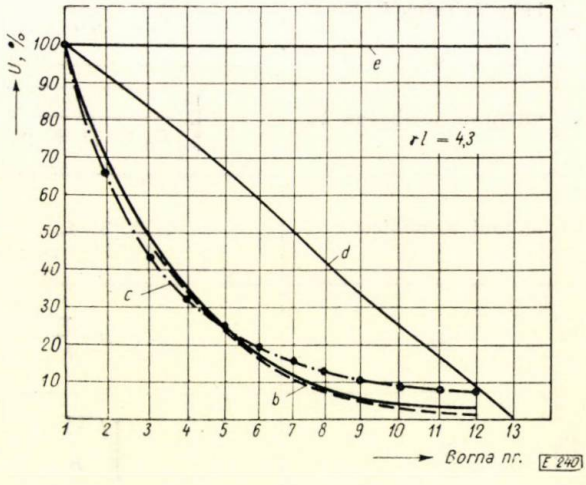


Fig. 4. Repartiția tensiunii pe înfășurarea din figura 3:
a — repartiția inițială calculată pentru neutrul izolat; *b* — repartiția inițială calculată pentru neutrul concentrat la pămînt; *c* — repartiția inițială măsurată cu ajutorul oscilografului; *d* — repartiția finală pentru neutrul concentrat la pămînt; *e* — repartiția finală pentru neutrul izolat.

tensiunii și gradientul de potențial prin calcul și experimental. Bobinajul are 12 galeți dubli. Din figura 3 se constată ecranarea capacității

K existente între cele două elemente ale unui galet dublu. Capacitățile calculate au rezultat $C = 24$ pF și $K = 186$ pF. Extremitatea înfășurării este conectată la pământ prin intermediul unei rezistențe $R = 500\ \Omega$, care reproduce impedanța caracteristică a unei linii aeriene. În figura 4 s-au trasat curbele :

a) de repartiție inițială calculată cu relația (5′) ;

b) de repartiție inițială calculată cu relația (5) ;

c) de repartiție inițială măsurată cu ajutorul oscilografului ;

d) de repartiție finală pentru neutrul legat la pământ ;

e) de repartiție finală pentru neutrul izolat.

Se constată o bună concordanță între curbele calculată și măsurată ținînd seamă că aprecierea prin calcul a capacităților C și K este oarecum dificilă. Se constată că curbele teoretice *a* și *b* din figura 3 practic se suprapun. Deci repartiția inițială este aceeași, indiferent dacă neutrul este sau nu conectat la pământ. O concordanță mai bună s-a obținut la determinarea prin calcul a gradientului de potențial. Astfel, notînd cu $N = 12$ numărul de galeți dubli și cu $n = 1, 2, 3 \ldots 12$ ordinul fiecărui galet, se calculează argumentul γl după cum urmează :

$$\gamma l = l\sqrt{\frac{C}{K}} = \sqrt{\frac{Cl}{(K/l)}} = \sqrt{\frac{C'}{K'}} \qquad (19)$$

C' reprezintă capacitatea totală a înfășurării față de masă, adică $C' = NC$, iar K' reprezintă capacitatea între primul și ultimul galet dublu, adică $K' = K/N$. Rezultă deci că :

$$\sqrt{\frac{C'}{K'}} = \sqrt{\frac{CN}{(K/N)}} = \sqrt{\frac{24 \cdot 12}{186/12}} = 4{,}3$$

Gradientul de potențial se calculează cu relația (7′) transformată :

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{max} = \frac{U}{N}\sqrt{\frac{C'}{K'}} = \frac{U}{12}\,4{,}3 = 0{,}358\ U$$

ceea ce reprezintă o bună concordanță față de gradientul de 0,34 rezultat din figura 3, curba *C*, ridicată experimental.

1.4. Unda de impuls de formă arbitrară

Teoretic se poate stabili răspunsul $u(x,t)$ pentru orice formă a undei, care se poate exprima analitic, folosind integrala Duhamel. Astfel în cazul undei de impuls cu front exponențial de forma :

$$K(t) = U(1 - e^{-\delta t}) \qquad (20)$$

se obține un răspuns, în cazul neutrului conectat la pământ, de forma :

$$u(x,t) = U\frac{x}{l} - \frac{2U}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Gamma_n}{\mu_n}\cos\varphi_n \sin\mu_n(l-x) \cdot$$

$$\cdot \cos(\nu_n t - \varphi_n) - Ue^{-\delta t}\frac{\operatorname{sh}\theta x}{\operatorname{sh}\theta l} \qquad (21)$$

cu următoarele notații suplimentare :

$$\cos\varphi_n = \frac{\delta}{\sqrt{\delta^2 + \nu_n^2}} \qquad (22)$$

$$\theta = \frac{\gamma^2\delta^2}{\delta^2 + \rho^2} \qquad (23)$$

Deducerea relației (21) este indicată în anexa XII. De asemenea în cazul undei de impuls dublu exponențiale de forma :

$$K(t) = kU(e^{-\alpha t} - e^{-\beta t}) \qquad (24)$$

și în cazul neutrului conectat la pământ se obține un răspuns de forma :

$$u(x,t) = \frac{2kU}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Gamma_n}{\mu_n}\sin\mu_n(l-x)[\cos\varphi_{1n} \cdot$$

$$\cdot \cos(\nu_n t - \varphi_{1n}) - \cos\varphi_{2n}\cos(\nu_n t - \varphi_{2n})] +$$

$$+ kU\left[e^{-\alpha t}\frac{\operatorname{sh}\theta_1 x}{\operatorname{sh}\theta_1 l} - e^{-\beta t}\frac{\operatorname{sh}\theta_2 x}{\operatorname{sh}\theta_2 l}\right] \qquad (25)$$

cu următoarele notații suplimentare :

$$\cos\varphi_{1n} = \frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2 + \nu_n^2}} \qquad (26)$$

$$\cos\varphi_{2n} = \frac{\beta}{\sqrt{\beta^2 + \nu_n^2}} \qquad (27)$$

$$\theta_1 = \frac{\gamma^2\alpha^2}{\alpha^2 + \rho^2} \qquad (28)$$

$$\theta_2 = \frac{\gamma^2\beta^2}{\beta^2 + \rho^2} \qquad (29)$$

Deducerea relației (25) este schițată în anexa XIII.

Așa cum se poate observa în relațiile (21) și (25) în cazurile undei cu front exponențial sau undei dublu exponențiale amplitudinea armonicelor de tensiune este mai mică decît în cazul undei de formă dreptunghiulară. Utilitatea practică a relațiilor (21) și (25) este numai de natură calitativă, deoarece din cauza acestor expresii, oarecum complexe, aplicabilitatea lor este redusă.

1.5 Concluzii

În această primă parte a lucrării s-a stabilit o metodă generală pentru obținerea răspunsului tranzitoriu $u(x, t)$, la aplicarea unei unde de impuls, de formă oarecare, asupra înfășurării transformatorului. Dezvoltarea metodei s-a făcut acceptînd ipoteze simplificatoare, mai ales în ce privește inductivitatea transformatorului pe unitatea de lungime. Rezultate aplicabile în practică pentru determinarea repartiției inițiale și a gradientului de potențial se obțin prin considerarea undei de formă dreptunghiulară. În acest scop s-au indicat concordanța între calcule și măsurătorile experimentale precum și metoda practică de a evalua capacitățile, care intră în joc.

Aceste verificări au fost făcute pe un autotransformator de 60 MVA, de 110 kV $\pm$ 20%, fabricat de Uzinele Electroputere — Craiova. Metoda descrisă se poate aplica la orice tip de transformator sau autotransformator în scopul dimensionării economice a izolației principale și a izolației între galeți și spire.

Anexa I.

Deducerea relației (4)

Din relația (1) se obține :

$$\frac{\partial i_2}{\partial x} = - K \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right) \qquad \text{(I, 1)}$$

Din relația (2) se obține :

$$\frac{\partial i_1}{\partial x} = - \frac{1}{L}\int_0^t \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\,\mathrm{d}t \qquad \text{(I, 2)}$$

Expresiile (I, 1) și (I, 2) introduse în relația (3) conduc la :

$$u(x,t) = \frac{1}{LC}\int_0^t \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\,\mathrm{d}t \int_0^t \mathrm{d}t + \frac{K}{C}\cdot\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \qquad \text{(I, 3)}$$

Se aplică relației (I, 3) transformata Laplace, cu notația :

$$\mathcal{L}u = \mathcal{U}$$

și se obține :

$$\frac{\partial^2 \mathcal{U}}{\partial x^2} - \frac{C}{K}\cdot\frac{p^2\mathcal{U}}{1/(KL) + p^2} = 0 \qquad \text{(I, 4)}$$

Cu notațiile

$$\frac{C}{K} = \gamma^2;\quad \frac{1}{KL} = \rho^2$$

$$\frac{\gamma^2 p^2}{\rho^2 + p^2} = \frac{\gamma^2}{\rho^2/p^2 + 1} = \lambda^2 \qquad \text{(I, 5)}$$

relația (I, 4) se transformă în :

$$\frac{\partial^2 \mathcal{U}}{\partial x^2} - \lambda^2 \mathcal{U} = 0 \qquad \text{(I, 6)}$$

Soluția generală a ecuației diferențiale (I, 6) este :

$$\mathcal{U} = A\,\mathrm{e}^{\lambda x} + B\,\mathrm{e}^{-\lambda x} \qquad \text{(I, 7)}$$

Constantele A și B se determină prin condiții la limită Pentru neutrul conectat la pămînt condițiile la limită sînt :

pentru $x = 0$ și $u = 0$ rezultă $\mathcal{U} = 0$

pentru $x = 1$ și $u = u_1$ rezultă $\mathcal{U} = \mathcal{U}_L$

Din prima condiție rezultă că : $A = - B$

Din condiția a doua rezultă : $A = \dfrac{\mathcal{U}_L}{2 \operatorname{sh} \lambda l}$

Iar relația (I, 7) se transformă în :

$$\mathcal{U} = \frac{\operatorname{sh} \lambda x}{\operatorname{sh} \lambda l}\,\mathcal{U}_L \qquad \text{(I, 8)}$$

Pentru unda dreptunghiulară aplicată la $x = 1$ (figura 1) de amplitudine U, se obține : $\mathcal{U}_L = U/p$ iar relația (I, 7) se transformă în :

$$\mathcal{U} = \frac{U}{p}\cdot\frac{\operatorname{sh} \lambda x}{\operatorname{sh} \lambda l} \qquad \text{(I, 9)}$$

Pentru găsirea funcției originale $u(x,t)$ se folosește teorema dezvoltării a lui Heaviside :

$$u(x_1, t) = \frac{F(0)}{G(0)} + \sum_{i=1}^{n} \frac{F(p_i)}{p_i G'(p_i)}\,\mathrm{e}^{-p_i t} \qquad \text{(I, 10)}$$

Numitorul relației (I, 9) se anulează

$$\operatorname{sh} \lambda l = \frac{1}{\mathrm{j}} \sin \mathrm{j}\lambda l = 0$$

pentru :

$$\mathrm{j}\lambda l = n\pi,\ \text{unde } n = 1, 2, 3, 4 \ldots \qquad \text{(I, 11)}$$

$$F(p_i) = U \operatorname{sh} \lambda x = \frac{U}{\mathrm{j}} \sin \mathrm{j}\lambda l = \frac{U}{\mathrm{j}} \sin \frac{n\pi}{l} x \qquad \text{(I, 12)}$$

$$G(p_i) = \operatorname{sh} \lambda l = \frac{1}{\mathrm{j}} \sin \mathrm{j}\lambda l = \frac{1}{\mathrm{j}} \sin \frac{n\pi}{l} l \qquad \text{(I, 13)}$$

Din relația (I, 5) se obține :

$$\lambda^2 = \frac{\gamma^2 p^2}{\rho^2 + p^2} = \frac{\gamma^2}{\dfrac{\rho^2}{p^2} + 1} \qquad \text{(I, 14)}$$

și

$$p = \pm \frac{\lambda\rho}{\sqrt{\gamma^2 - \lambda^2}} \qquad \text{(I, 15)}$$

Din relațiile (I, 12), (I, 13), (I, 14), (I, 15) rezultă că

$$\frac{F(0)}{G(0)} = \frac{0}{0}$$

Regula lui Hôpital pentru ridicarea nedeterminării conduce la :

$$\frac{F(0)}{G(0)} = \left[\frac{\dfrac{U}{\mathrm{j}}\cdot\dfrac{\pi}{l}\,x\cos n\dfrac{\pi}{l}\,x}{\dfrac{1}{\mathrm{j}}\dfrac{\pi}{l}\,l\cos n\dfrac{\pi}{l}\,l}\right]_{n\to 0} = U\frac{x}{l} \qquad \text{(I, 16)}$$

iar

$$p\,G'(p) = p \operatorname{ch} \lambda l\,\frac{\mathrm{d}\lambda}{\mathrm{d}p} \qquad \text{(I, 17)}$$

ținînd seama de relațiile (I, 14) și (I, 15) relația (I, 17) se transformă în :

$$p\,G'(p) = 2 \operatorname{ch} \lambda l\left[\pm\frac{(\gamma^2 - \lambda^2)\,\lambda}{\gamma^2}\right] \qquad \text{(I, 18)}$$

Deoarece :

$$\mathrm{ch}\lambda l = \cos \mathrm{j}\lambda l = \cos n\pi = (-1)^n,$$

rezultă :

$$pG'(p) = l(-1)^n\left[\pm\frac{(\gamma^2-\lambda^2)\lambda}{\gamma^2}\right] \qquad \text{(I, 19)}$$

Se poate trece acum la scrierea ecuației (I, 10) :

$$u(x,t) = U\frac{x}{l} + U\,\frac{\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\frac{1}{\mathrm{j}}\sin\frac{n\pi}{l}x}{\pm l(-1)^n\frac{(\gamma^2-\lambda^2)\lambda}{\gamma^2}}\exp\pm\frac{\lambda\rho}{\sqrt{\gamma^2-\lambda^2}}t \qquad \text{(I, 20)}$$

În relația (I, 20) dacă se ține seama că :

$$\lambda = \frac{1}{\mathrm{j}}\cdot\frac{n\pi}{l}$$

$$(-1)^n = \cos\frac{n\pi}{l}l\,;\quad \frac{n\pi}{l} = \mu_n$$

$$\nu_n = \frac{\mu_n\rho}{\sqrt{\gamma^2+\mu_n^2}}\,;\quad \Gamma_n = \frac{\gamma^2}{\gamma^2+\mu_n^2}$$

$$e^{\mathrm{j}\nu_n t} + e^{-\mathrm{j}\nu_n t} = 2\,\mathrm{ch}\,\mathrm{j}\,\nu_n t = 2\cos\nu_n t$$

și că trebuie considerați, în relația (I, 20) numai termenii distincți se obține relația (3) :

$$u(x,t) = \frac{x}{l}U - \frac{2U}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Gamma_n}{\mu_n}\sin\mu_n(l-x)\cos\nu_n t \qquad (4)$$

Anexa II.

Deducerea relației (5)

Repartiția tensiunii în momentul $t = 0$ se obține din relația (I, 9) ținînd seama că pentru $t \to 0$, $p \to \infty$ și în acest caz din relația (I, 5) se obține $\lambda = \gamma$.
Deci :

$$(\mathcal{U})_{t=0} = \frac{U}{p}\cdot\frac{\mathrm{sh}\,\gamma x}{\mathrm{sh}\,\gamma l} \qquad \text{(II, 1)}$$

iar funcția originală rezultă :

$$[u(x,t)]_{t=0} = \frac{\mathrm{sh}\,\gamma x}{\mathrm{sh}\,\gamma l}U \qquad (5)$$

Anexa III.

Deducerea relației (6)

Repartiția tensiunii la $t = \infty$ se obține din relația (I, 9) ținînd seama că pentru $t \to \infty$, $p \to 0$, iar teorema dezvoltării se reduce la primul termen, dezvoltat în relația (I, 16)

$$[u(x,t)]_{t=\infty} = \frac{F(0)}{G(0)} = U\frac{x}{l} \qquad (6)$$

Anexa IV.

Deducerea relației (7)

Gradientul de potențial maximum, pentru $t = 0$, se obține din relația (4) :

$$\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{x=l} = \gamma U\,\mathrm{cth}\,\gamma l \approx \gamma U \qquad (7)$$

Pentru transformatoare construite $\gamma l = 4 \div 12$ iar, $\mathrm{cth}\,\gamma l \approx 1$.

Anexa V.

Amplitudinea armoniei de tensiune

În relația (3) pentru $\sin\mu_n(l-x) = 1$ și $\cos\nu_n t = 1$ se obține, din termenul al doilea :

$$U_n = \frac{2U}{l}\cdot\frac{\Gamma_n}{\mu_n} \qquad (8)$$

Anexa VI.

Deducerea relației (9)

Repartiția curentului de-a lungul înfășurării. Din relația (2) se obține :

$$i_1 = -\frac{1}{L}\int_0^t\frac{\partial u}{\partial x}\,dt \qquad \text{(VI, 1)}$$

unde u este dat de relația (4), adică :

$$i_1 = -\frac{U}{lL}\int_0^t dt - \frac{2U}{lL}\sum_{n=1}^{\infty}\Gamma_n\cos\mu_n(l-x)\int_0^t\cos\nu_n t\,dt \qquad \text{(VI, 2)}$$

de unde rezultă :

$$i_1 = -\frac{U}{lL}t - \frac{2U}{lL}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Gamma_n}{\nu_n}\cos\mu_n(l-x)\sin\nu_n t \qquad (9)$$

Pentru $t = \infty$ curentul i_1, în înfășurare, devine infinit, deoarece în ipoteza de calcul sursa este fără impedanță, iar înfășurarea are rezistență nulă.

Anexa VII.

Amplitudinea armonicei de curent

În relația (9) pentru $\cos\mu_n(l-x) = 1$ și $\sin\nu_n t = 1$ se obține amplitudinea de curent

$$I_{1n} = \frac{2U}{lL}\cdot\frac{\Gamma_n}{\nu_n} \qquad (10)$$

Anexa VIII.

Deducerea relațiilor (13) și (13')

Viteza de propagare a armonicei n se determină observînd că lungimea de undă L_λ în funcție de ordinul armonicei se scrie :

$$L_\lambda = \frac{2\pi}{n\frac{\pi}{l}} = \frac{2\pi}{\mu_n} \qquad \text{(VIII, 1)}$$

pentru neutrul conectat la pămînt și

$$L_\lambda = \frac{2\pi}{n\frac{\pi}{2l}} = \frac{2\pi}{\mu_n} \qquad \text{(VIII, 2)}$$

pentru neutrul izolat, cu observația asupra semnificației diferite ce o are μ_n în relațiile (VII, 1) și (VII, 2).

Frecvența armonicei fiind dată de relația generală :

$$f = \frac{\nu_n}{2\pi} \qquad \text{(VIII, 3)}$$

rezultă că se poate determina viteza de propagare cu relația generală :

$$V_n = L_\lambda f = \frac{\nu_n}{\mu_n} \qquad \text{(VIII, 4)}$$

observînd că inductivitatea întregii înfășurări este $L' = L\cdot l$ și că, față de pămînt, capacitatea totală $C' = C\cdot l$.

Anexa IX.

Deducerea relației (4')

Se aplică transformata Laplace asupra relației (VI, 1):

$$\mathcal{J}_1 = -\frac{1}{pL}\cdot\frac{\partial \mathcal{U}}{\partial x} \qquad \text{(IX, 1)}$$

unde $\mathcal{J}_1 = \mathcal{L}i_1$ și $\mathcal{U} = \mathcal{L}u$

În relația (IX, 1) se introduce $\mathcal{U}$ din relația (I, 7) și se obține:

$$\mathcal{J}_1 = -\frac{\lambda}{pL}(Ae^{\lambda x} - Be^{-\lambda x}) \qquad \text{(IX, 2)}$$

Constantele A și B se determină prin condițiile la limită specifice neutrului izolat, adică pentru $x = 0$, $\mathcal{J}_1 = 0$, care introduse în relația (IX, 2) conduc la $A = B$. Relația (I, 7) se scrie acum:

$$\mathcal{U} = A(e^{\lambda x} + e^{-\lambda x}) = 2A\,\mathrm{ch}\,\lambda x \qquad \text{(IX, 3)}$$

Pentru $x = 1$, rezultă $\mathcal{U} = \mathcal{U}_L$ și deci rezultă

$$A = \frac{\mathcal{U}_L}{2\,\mathrm{ch}\,\lambda l}$$

sau

$$\mathcal{U} = \frac{\mathrm{ch}\,\lambda x}{\mathrm{ch}\,\lambda l}\,\mathcal{U}_L \qquad \text{(IX, 4)}$$

Pentru unda dreptunghiulară aplicată la $x = 1$, (figura 1) de amplitudine U rezultă $\mathcal{U}_L = U/p$, iar relația (IX, 4) se scrie:

$$\mathcal{U} = \frac{U}{p}\cdot\frac{\mathrm{ch}\,\lambda x}{\mathrm{ch}\,\lambda l} \qquad \text{(IX, 5)}$$

Pentru obținerea funcției originale se folosește teorema dezvoltării (I, 10). Numitorul se anulează

$$\mathrm{ch}\,\lambda l = \cos \mathrm{j}\,\lambda l = 0$$

pentru $\mathrm{j}\,\lambda l = n\,\frac{\pi}{2}$ unde $n = 1, 3, 5, 7 \ldots$ (IX, 6)

$$F(p_i) = U\,\mathrm{ch}\,\lambda x = U\cos \mathrm{j}\,\lambda x = U\cos n\,\frac{\pi}{2}\cdot\frac{x}{l} \qquad \text{(IX, 7)}$$

$$G(p_i) = \mathrm{ch}\,\lambda l = \mathrm{ch}\,\mathrm{j}\,\lambda l = \cos n\,\frac{\pi}{2}\cdot\frac{l}{l} \qquad \text{(IX, 8)}$$

$$\frac{F(0)}{G(0)} = U$$

$$pG'(p) = l\,\mathrm{sh}\,\lambda l\,\frac{\partial\lambda}{\partial p}. \qquad \text{(IX, 9)}$$

Cu notațiile din (I, 14) și (I, 15) relația (IX, 9) se transformă în

$$p'G'(p) = l\,\mathrm{sh}\,\lambda l\left[\pm\frac{(\gamma^2 - \lambda^2)\,\lambda}{\gamma^2}\right].$$

Deoarece:

$$\mathrm{sh}\,\lambda l = \frac{1}{\mathrm{j}}\sin \mathrm{j}\,\lambda l = \frac{1}{\mathrm{j}}\sin\frac{n\pi}{2} = \frac{1}{\mathrm{j}}(-1)^n$$

$$pG'(p) = \frac{l}{\mathrm{j}}(-1)^n\left[\pm\frac{(\gamma^2 - \lambda^2)\,\lambda}{\gamma^2}\right] \qquad \text{(IX, 10)}$$

Se poate explicita acum ecuația (I, 10):

$$u(x,t) = U + U\,\frac{\sum_{n=-\infty}^{+\infty}\cos n\,\frac{\pi}{2}\cdot\frac{x}{l}}{\pm \mathrm{j}l(-1)^n\left(\frac{(\gamma^2 - \lambda^2)\lambda}{\gamma^2}\right)}\exp\pm\frac{\lambda\rho}{\sqrt{\gamma^2 - \lambda^2}}t.$$

În relația (IX, 11) dacă se ține seama că:

$$\lambda = \frac{1}{\mathrm{j}}\cdot\frac{n\pi}{2l}$$

$$(-1)^n = \sin\frac{n\pi}{2l}l;\ \frac{n\pi}{2l} = \mu_n$$

$$\nu_n = \frac{\mu_n\rho}{\sqrt{\gamma^2 + \mu_n^2}};\quad \Gamma_n = \frac{\gamma^2}{\gamma^2 + \mu_n^2}$$

$$e^{\mathrm{j}\nu_n t} + e^{-\mathrm{j}\nu_n t} = 2\mathrm{ch}\,\mathrm{j}\nu_n\,t = 2\cos\nu_n\,t$$

și că trebuie considerați numai termenii distincți ai sumei transformînd relația (IX, 11) se obține relația (4').

Anexa X

Deducerea relației (5')

Repartiția tensiunii, în momentul $t = 0$, se obține din relația (IX, 5) ținînd seama că pentru $t \to 0$, $p \to \infty$ și în acest caz în relația (I, 5) se obține $\lambda = \gamma$. Deci:

$$(\mathcal{U})_{t=0} = \frac{U}{p}\cdot\frac{\mathrm{ch}\,\gamma x}{\mathrm{ch}\,\gamma l} \qquad \text{(X, 1)}$$

iar funcția originală rezultă:

$$[u(x,t)]_{t=0} = \frac{\mathrm{ch}\,\gamma x}{\mathrm{ch}\,\gamma l}\,U \qquad (5')$$

Anexa XI.

Repartiția tensiunii la $t = \infty$

Se obține observînd că dacă $t \to \infty$, $p \to 0$ și în relația (5) $\lambda = 0$. Relația (IX, 5) se transformă în

$$\mathcal{U} = \frac{U}{p} \text{ sau } [u(x,t)]_{t=\infty} = U. \qquad (6')$$

Anexa XII.

Deducerea relației (21)

Cu ajutorul integralei Duhamel:

$$u(t) = K(0)\,A(t) + \int_0^t \frac{dK}{d\tau}\,A(t-\tau)\,d\tau \qquad \text{(XII, 1)}$$

se calculează răspunsul pentru excitația $K(t)$ indicată în relația (20). Se obține

$$K(0)\,A(t) = 0 \qquad \text{(XII, 2)}$$

$$\frac{dK}{d\tau} = \delta U\,e^{-\delta\tau} \qquad \text{(XII, 3)}$$

$$A(t-\tau) = \frac{x}{l} - \frac{2}{l}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\Gamma_n}{\mu_n}\sin\mu_n(l-x)\cos\nu_n(t-\tau) \qquad \text{(XII, 4)}$$

La efectuarea operațiilor din XII se ține seamă de dezvoltarea în serie, în limitele $-l$, $+l$ a expresiei x/l adică:

$$\frac{x}{l} = \frac{2}{l} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_n} \sin \mu_n (l - x) \qquad \text{(XII, 5)}$$

Prin efectuarea înlocuirilor corespunzătoare în relația (XII, 1) și gruparea termenilor se obține relația (21).

Anexa XIII.

Deducerea relației (21)

Obținerea acestei relații se face efectuînd operații similare ca în anexa XII, cu observația că excitația $K(t)$ este cea indicată de relația (24). În acest caz:

$$K(0)\, A(t) = 0 \qquad \text{(XIII, 1)}$$

$$\frac{dK}{d\tau} = kU (\beta e^{-\beta\tau} - \alpha e^{-\alpha\tau}). \qquad \text{(XIII, 2)}$$

Bibliografie

[1] *Heller, B., Veverka, A.*: Stosserscheinungen in elektrischen Maschinen. VEB Verlag Technik, Berlin 1957.

[2] *Biermanns, J.*: Hochspannung und Hochleistung. Carl Hanser, München 1949.

[3] *Hochrainer, A.*: Die Spannungsverteilung in einer Transformator bei belibigen form der Stossspannung ETZ 74 (1953) 5 153–155.

[4] *Kontorovici M. I.*: Calculul operațional și fenomenele tranzitorii în circuitele electrice. Traducere din limba rusă. E.E.S. București 1955.

[5] *Sirotinski L. I.*: Tehnica tensiunilor înalte Vol. II Traducere din limba rusă. Editura Tehnică București 1956

O nouă tehnologie de împachetare a statoarelor motoarelor asincrone

Petre Pop și Radu Rusandu* – Săcele–Brașov

Tehnologia împachetării cu scoabe a statoarelor mecanizează producția și deschide perspectiva bobinării și impregnării înainte de presare a statoarelor în carcasă. În cele de mai sus se expune stadiul actual al noii tehnologii și utilajul folosit pentru această tehnologie la uzina Electroprecizia – Săcele.

CZ 621.313.333.042.

Avînd în vedere sarcinile prevăzute în hotărîrile Congresului al III-lea al P.M.R., o atenție deosebită trebuie să se acorde tehnologiei de fabricație a produselor electrotehnice, cu atît mai mult cu cît ea prezintă probleme particulare și complexe.

În Directivele Congresului al III-lea al P.M.R se subliniază, ca o condiție principală pentru îndeplinirea cu succes a planului economic pe anii 1960-1965, introducerea tehnicii celei mai noi în toate ramurile economiei naționale și se cere să se acorde„... o deosebită atenție mecanizării și automatizării complexe a producției, proceselor tehnologice avansate, specializării și cooperării în industrie, introducerii în producție a realizărilor științei și tehnicii moderne".

Producția de bunuri electrotehnice de larg consum va fi în 1965 de circa 3 ori mai mare decît în 1959.

Această creștere a volumului de producție în ramura industriei electrotehnice se va realiza printr-o extindere considerabilă a fabricilor actuale și printr-o modernizare accentuată a construcției și tehnologiei produselor electrotehnice.

Hotărîrile partidului și guvernului privind ridicarea nivelului tehnic al producției indică drumul de urmat pentru perfecționarea tehnologică a fabricației electrotehnice din țara noastră.

În lumina acestor linii directoare, colectivul serviciului tehnologic are în centrul atenției sale modernizarea liniilor de fabricație, introducerea proceselor tehnologice moderne, în vederea ridicării nivelului tehnic al producției, productivității muncii și reducerii prețului de cost al produselor uzinei Electroprecizia.

Metoda împachetării cu scoabe a statoarelor motoarelor electrice este o metodă modernă, fiind folosită în ultimul timp în țările cu industrie electrotehnică avansată. Considerăm ca utilă publicarea acestui material ținînd cont că în literatura de specialitate nu sînt date referitoare la acest procedeu.

Importanța aplicării acestei tehnologii în fabricația motoarelor asincrone este deosebit de mare, întrucît ea duce la ridicarea considerabilă a productivității muncii, economie de materiale, reducerea efortului fizic și ridicarea calității.

Scopul lucrării este de a prezenta aspecte din munca de introducere a noului în procesul de fabricație al motoarelor asincrone.

Lucrarea cuprinde: descrierea sumară a vechiului procedeu tehnologic pentru comparare, prezentarea noii tehnologii, considerații economice, caracteristici constructive ale utilajelor folosite și perspectivele tehnologice de viitor.

* *P. Pop* este șeful serviciului tehnolog șef al uzinei Electroprecizia – Săcele, iar *R. Rusandu* este inginer tehnolog la aceeași uzină.

1. Descrierea vechiului procedeu tehnologic

Vechiul procedeu tehnologic decurgea în modul următor : tolele statorului după ştanţare se alegeau la semn, se cîntăreau, după care se împachetau pe un dorn masiv de fontă (fig. 1) prevăzut cu pene de orientare pe ancoşe.

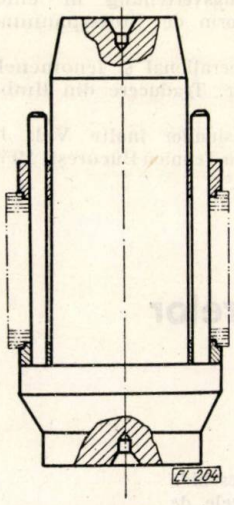


Fig. 1. Dorn pentru împachetarea tolelor statorului.

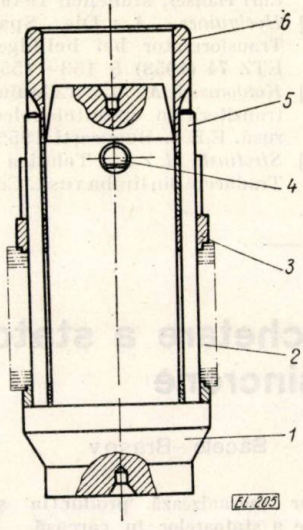


Fig. 2. Dorn pentru împachetarea statorului în poziţie de lucru : *1* — dorn ; *2* — pachet stator ; *3* — inel de presare ; *4* — pană ; *5* — pene de orientare ; *6* — clopot de presare.

Introducerea tolelor pe dorn se făcea bucată cu bucată din cauza ajustajului alunecător între diametrul dornului şi al tolei, necesar pentru realizarea unei centrări cît mai perfecte a tolelor în pachet.

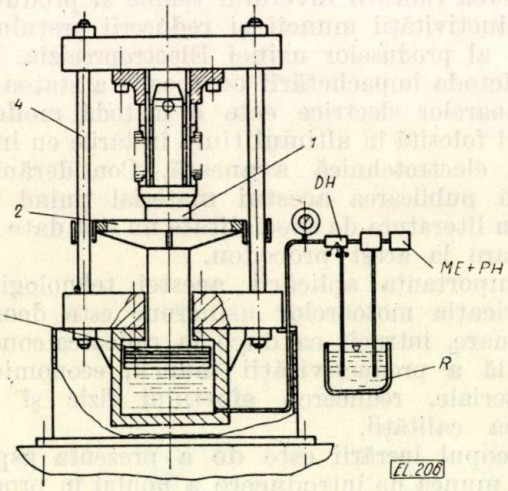


Fig. 3. Instalaţie pentru presare : *1* — dorn ; *2* — masă ; *3* — piston ; *4* — coloane ; *DH* — distribuitor hidraulic ; *ME* — motor electric ; *PH* — pompă hidraulică ; *R* — rezervor.

După această operaţie urma operaţia de presare şi împănare (fig. 2), operaţie ce se executa pe o presă hidraulică cu coloane (fig. 3), lungimea prescrisă a pachetului controlîndu-se cu un şablon de lungime.

Dezavantajul presării cu acest utilaj consta în faptul că nu se putea acţiona asupra duratei cursei în gol şi nici asupra forţei de presare, ceea ce influenţa în mod negativ asupra factorului de umplere.

Operaţia de strunjire a pachetului se executa împreună cu dornul de împachetare prins între vîrfuri (fig. 4) şi antrenat de un ştift montat pe flanşă ce se introducea în orificiul din dorn. Apoi urma operaţia de presare şi

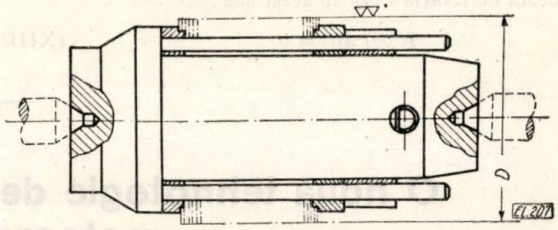


Fig. 4. Dispozitivul de strunjire a pachetului stator.

consolidare a pachetului în carcasă, cu ajutorul unui inel de capăt şi al unei cusături sudate, după care se evacua dornul.

2. Tehnologia împachetării cu scoabe a pachetului statoric

2.1. Pregătirea pachetelor. În vederea introducerii noii tehnologii tolele statorului (fig. 5) şi inelele de capăt (fig. 6) au suferit modificări constructive constînd din introducerea locaşului de scoabă în formă de coadă de rîndunică.

Locaşele de scoabe pot fi în număr de 4 pentru motoarele de puteri mici şi 8 pentru motoarele de puteri mai mari (pînă la 13 kW).

În afară de modificarea constructivă a tolei şi a inelului a mai intervenit un organ de asamblare — scoaba (fig. 7).

Tolele statorului se aleg la semn pentru orientarea bavurii din ştanţare într-o singură direcţie, apoi se cîntăresc pe un cîntar cu greutăţi etalon obţinîndu-se greutatea necesară de tole pentru un pachet.

2.2. Presarea şi consolidarea pachetului. Greutatea necesară de tole pentru un pachet prevăzut la ambele capete cu inele de capăt ca în fig. 8 se introduce simultan pe dornul extensibil ca în fig. 10, orientîndu-se cu una din ancoşe pe penele *8* după care se introduce peste pachet inelul de presiune *9*.

Dornul extensibil expandează prin strîngerea piuliţei *14* ce apasă asupra discului superior *13* şi acesta asupra sectoarelor bucşei *6* realizînd o centrare coaxială, permiţînd totodată alunecarea tolelor în momentul strîngerii.

Dornul extensibil este montat pe o presă hidraulică a cărei tijă *T* trece prin dornul *7*. Extremitatea tijei *T* este prevăzută cu un

filet cu mai multe începuturi în care se înşurubează piuliţa *18*.

Prin acţionarea tijei în jos piuliţa apasă asupra clopotului de strîngere *16* care prin intermediul inelului de presiune *9* presează pachetul de tole. În acest moment maneta distribuitorului hidraulic *D.H.* se fixează în poziţie de repaus (lichidul sub presiune în cilindru) şi urmează introducerea pe rînd a scoabelor în locaşe.

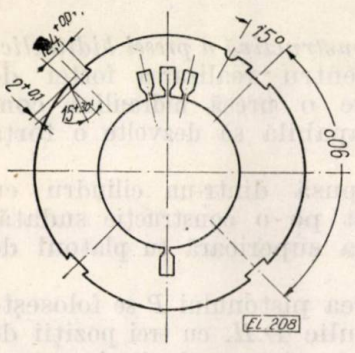


Fig. 5. Tola stator.

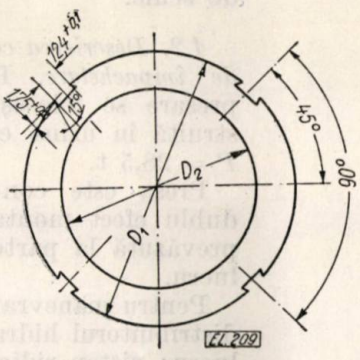


Fig. 6. Inel de capăt.

După cum se vede din figura 10 poziţiile *3* şi *8* sînt fixate de platoul presei hidraulice.

2.3. Strunjirea exterioară a pachetului. Spre deosebire de vechiul procedeu, în prezent operaţia de strunjire se efectuează pe un dorn fixat pe axul strungului, eliminînd efortul fizic necesar pentru manipularea acestuia.

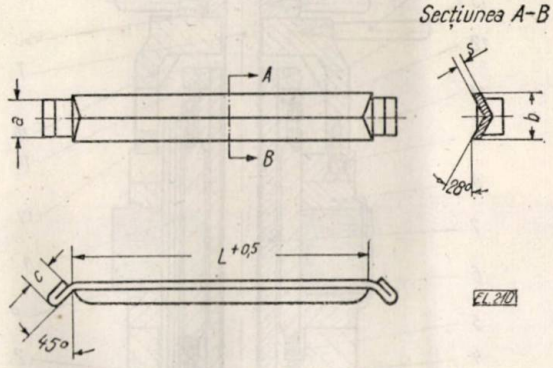


Fig. 7. Scoabă pentru consolidarea tolelor.

După cum se vede din fig. 7 scoaba este îndoită la un unghi de 124° ceea ce îi permite introducerea din direcţia laterală în locaş. Strîngerea pachetului se realizează prin aplatizarea scoabelor în locaş iar pentru ca pachetul să nu se exfolieze se îndreaptă umerii de la extremităţile scoabei. În acest moment maneta distribuitorului se manevrează pentru ridicarea pistonului în sus şi slăbirea strîngerii, pistonul fixîndu-se într-o poziţie intermediară.

Se desface piuliţa din capătul tijei, se scoate clopotul *16*, se desface piuliţa *14* şi prin apăsarea resortului *12* asupra inelelor conice *5* sectoarele bucşei *6* se contractă eliberînd pachetul.

Prin ridicarea în continuare a pistonului acesta antrenează dornul *7*, discul inferior *4* împreună cu pachetul statoric (fig. 8) evacuîndu-l din penele *8*, după care se ia şi se depune pe un rolgang ce-l transportă la operaţia de strunjire.

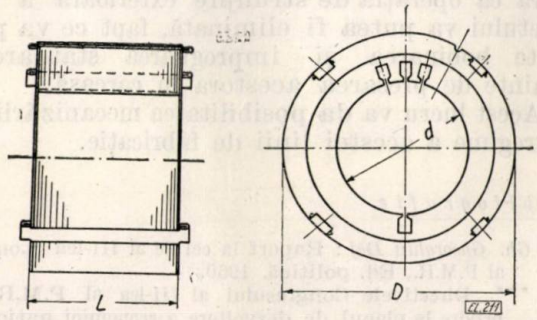


Fig. 8. Pachetul statorului consolidat cu scoabe.

Pachetul *1* se introduce pe dornul *2* realizîndu-se un ajustaj alunecător iar strîngerea se face cu ajutorul şurubului *3* şi a rondelei crestate *4*.

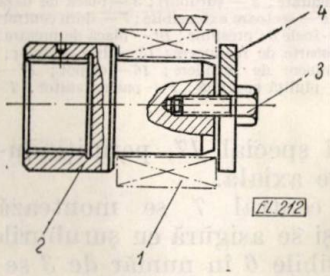


Fig. 9. Dispozitiv de strunjire :
1 — pachet stator ; *2* — dorn ; *3* — şurub de strîngere ; *4* — rondelă crestată.

3. Efectul economic al noii tehnologii

Prin aplicarea noii tehnologii de împachetare a statoarelor motoarelor electrice cu scoabe s-a redus considerabil efortul fizic prin eliminarea dornurilor masive care însoţeau statorul din momentul începerii împachetării pînă la presarea acestuia în carcasă.

În afară de aceasta numărul operaţiilor a scăzut de la cinci la trei, iar productivitatea muncii a crescut cu 47,8%, totodată îmbunătăţindu-se simţitor şi calitatea produsului.

4. Caracteristici constructive ale utilajelor folosite

4.1. Descrierea constructivă a dornului extensibil. Dornul extensibil are ca scop să realizeze centrarea coaxială a tolelor, să menţină pachetul strîns în timpul consolidării cu scoabe şi să-l evacueze cu uşurinţă după împachetare.

Placa de bază *3* se fixează pe masa presei, penele de orientare *8* fiind prinse în placa *3* prin presare și asigurate cu știfturile *1*.

În discul inferior *4* se montează resoartele de readucere *12* și inelul conic *5*, care se fixează

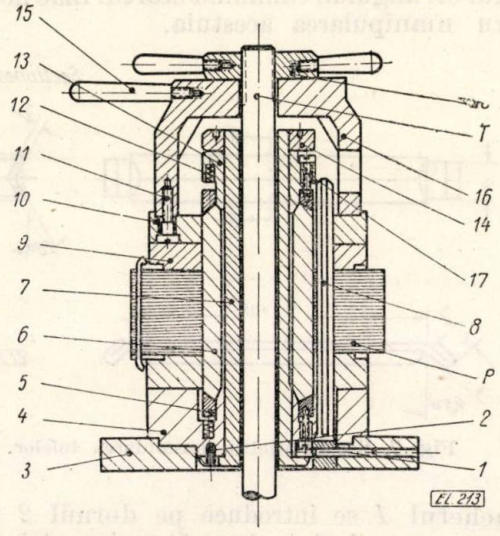


Fig. 10. Dorn extensibil pentru împachetare:
1 — știfturi de asigurare; *2* — șuruburi; *3* — placă de bază; *4* — disc inferior; *5* — inele conice; *6* — sectoare extensibile; *7* — dorn central; *8* — pene de orientare a tolelor; *9* — inele de presiune; *10* — placă de presare; *11* — șurub cu cap cilindric; *12* — resoarte de readucere; *13* — disc superior; *14* — piuliță pentru strîngere; *15* — mînere de prindere; *16* — clopot; *17* — șuruburi speciale; *18* — piuliță specială; *P* — pachet stator; *T* — tije.

cu șurubul special *17*, permițîndu-i inelului *5* o deplasare axială.

Dornul central *7* se montează în discul inferior *4* și se asigură cu șuruburile *2*. Sectoarele extensibile *6* în număr de *3* se introduc în dubla conicitate formată din discul inferior *4* și inelul *5*, apoi peste acestea se introduc inelele de presiune *9*.

La extremitatea superioară a sectoarelor *6* se montează inelul *5*, discul superior *13* și

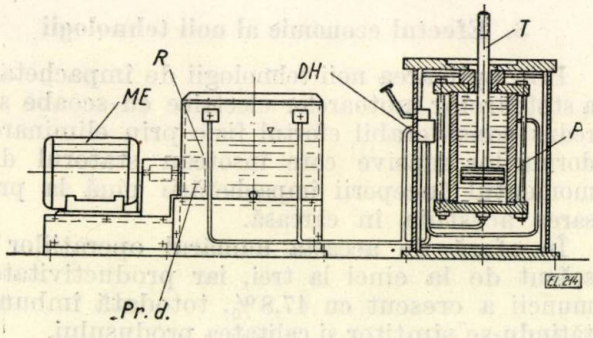


Fig. 11. Presă hidraulică pentru împachetare:
P—piston; *T*—tije; *DH*—distribuitor hidraulic; *Pr.d*—pompă hidraulică cu roți dințate; *R*—rezervor; *ME*—motor electric.

prin strîngerea piuliței *14* se realizează expandarea dornului. Presarea pachetului se realizează prin apăsarea exercitată asupra ansamblului format din placa de presare *10*, clopotul *16* și mînerele de prindere *15*.

Pentru evacuarea pachetului de pe penele *8*, întreg ansamblul format din pozițiile *4*, *5*, *6*, *7*, *9*, *12*, *13*, *14*, *17*, este ridicat de piston în sus.

Elementele constructive ale dornului extensibil sînt normalizate pentru toate tipodimensiunile de motoare ce se fabrică în uzină.

Pentru execuția elementelor se folosesc oțeluri obișnuite, oțeluri de cimentare și oțeluri de scule.

4.2. Descrierea constructivă a presei hidraulice de împachetare. Pentru realizarea forței de presare se folosește o presă hidraulică construită în uzină capabilă să dezvolte o forță $P = 28{,}5$ t.

Presa este compusă dintr-un cilindru cu dublu efect montat pe o construcție sudată, prevăzută la partea superioară cu platoul de lucru.

Pentru manevrarea pistonului *P* se folosește distribuitorul hidraulic *D.H.* cu trei poziții de lucru: piston ridicat, piston coborît și repaus, fiind montat într-un loc ușor accesibil și comod de manevrat. Presa este echipată cu o pompă hidraulică cu pinioane *Pr.d*, ce debitează uleiul la o presiune $p = 100$ at și un debit $q = 40$ l/min antrenată de un motor electric *ME* de 10 kW prin intermediul unui cuplaj elastic. Motorul electric *ME*, pompa *Pr.d* și rezervorul *R* formează un grup omogen separat de presă. Pompa hidraulică este dispusă sub nivelul de ulei al rezervorului care la rîndul lui este capsulat față de exterior, formînd totodată și platforma de pregătire a pachetelor.

5. Perspective tehnologice de viitor

Se preconizează ca pe măsura introducerii în fabricație a seriei noi unitare de motoare electrice de la 0,6—13 kW să se modernizeze instalația de împachetare în așa fel încît aplatizarea scoabelor să se realizeze simultan.

Prin introducerea în paralel a procedeului de ștanțare a tolelor cu pas și de evacuare a lor prin canale colectoare cu ghidaje, se consideră că operația de strunjire exterioară a pachetului va putea fi eliminată, fapt ce va permite bobinarea și impregnarea statoarelor înainte de presarea acestora în carcasă.

Acest lucru va da posibilitatea mecanizării în întregime a acestei linii de fabricație.

Bibliografie

[1] *Gh. Gheorghiu Dej*: Raport la cel de al III-lea Congres al P.M.R., Ed. politică. 1960.
[2] ***: Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. cu privire la planul de dezvoltare a economiei naționale pe anii 1960 — 1965 și la schița planului economic de perspectivă pe 15 ani, Ed. Politică. 1960.
[3] ***: Hotărîrea C.C. al P.M.R. și a Consiliului de Miniștri al R.P.R. cu privire la ridicarea nivelului tehnic al producției, Ed. Politică. 1960.
[4] *Bugeanu P.*: Probleme tehnologice noi în fabricația viitoarei serii unitare de motoare asincrone. Electrotehnica **7** (1959) 4, 115 — 125 și **7** (1959) 6, 195.

Contactoare cu rezistență mărită la uzură

Eliza Engher și **Raisa Darie*** — București

Creșterea duratei de serviciu și funcționarea sigură a contactoarelor este o necesitate impusă de utilizarea acestora în domeniul acționărilor intermitente de lungă durată a unor agregate de mare răspundere a căror întrerupere accidentală pune în pericol procesele de producție. În articolul de față se expun studiile făcute în laboratorul uzinal asupra longevității contactoarelor și concluziile cu privire la creșterea duratei de serviciu.

CZ 621.316.53.004.6

Automatizarea proceselor de producție implică o frecvență mare de conectare a diverselor elemente din schemă: relee, contactoare, elemente de comandă etc.

Contactoarele, fiind elementele de bază ale automatizării proceselor de producție, trebuie să suporte un număr mare de acționări pe oră, mergînd pînă la 1 200 con./oră, ceea ce are drept consecință necesitatea ca aceste aparate de conectare să suporte fără defecțiuni un număr mare de acționări pentru a evita întreruperea procesului de producție.

Problema construirii unor contactoare cu rezistență mărită la uzură este legată și de necesitatea realizării acestei performanțe într-un gabarit cît mai redus, care să ducă și la micșorarea dimensiunilor panourilor pentru mașini unelte și încadrarea în spațiile reduse ale pupitrelor de comandă.

În țările lagărului socialist s-au creat în ultimii 2 ani serii de contactoare cu rezistența la uzură între $5 \cdot 10^6$ și $10 \cdot 10^6$ manevre. Astfel, în U.R.S.S. s-a creat tipul de contactor *K I* cu rezistența mecanică de $10 \cdot 10^6$ manevre, în R.S.C., seria cu $10 \cdot 10^6$ manevre, în R.D.G., seria cu $10 \cdot 10^6$ manevre și seria din R.P.R., care a atins $5 \cdot 10^6$ manevre.

Preocuparea pentru realizarea unei serii de contactoare care să corespundă cerințelor tehnicii moderne a făcut ca această problemă să fie studiată în laboratorul întreprinderii Electroaparataj, pentru stabilirea cauzelor care influențează uzura prematură a diverselor subansamble. Greutatea stabilirii precise a rezistenței la uzură și a cauzelor uzurii premature constă atît în durata mare a probelor, cît și în necesitatea efectuării probelor pe un număr mare de aparate pentru a avea rezultate statistice.

Un contactor cu frecvența maximă de 1200 con./oră, încercat în condiții normale de funcționare are nevoie de 6 luni pentru a efectua $5 \cdot 10^6$ manevre în condiții de funcționare neîntreruptă.

Soluția adoptată de laborator a fost aceea de a mări frecvența de conectare pînă la 3 000 și în unele cazuri pînă la 6 000 con./oră și îmbunătățirea sistematică, pe parcurs, a construcției și tehnologiei.

* Ing. E. Engher este șef de Laborator la Intrepr. Electroaparataj, iar Ing. R. Darie este inginer principal în același laborator.

1. Tipurile de contactoare din fabricația curentă

În întreprinderea Electroaparataj se găsesc în fabricație și în asimilare următoarele tipuri de contactoare:

Seria de contactoare de 10 și 25 A—500 V cu mișcare de translație (10 A în stadiu de serie zero) ca în figura 1.

Seria de contactoare de 63, 100 și 200 A—500 V cu mișcare de rotație ca în figura 2.

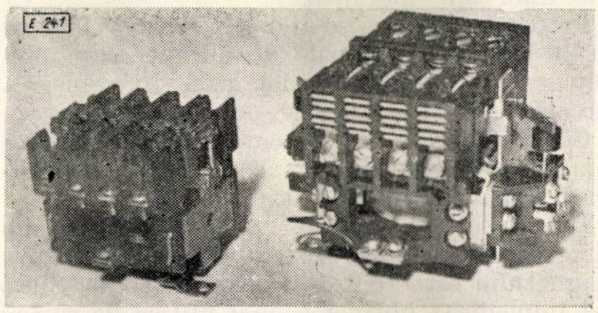


Fig 1. Contactoare cu translație CT 10.2 și CT 25.2

Contactoarele cu mișcare de translație au la bază un schelet metalic, pe care sînt montate patru mari subansamble: miezul magnetic fix cu bobina electromagnetului, doi pereți laterali din bachelită pe care sînt fixate contactele

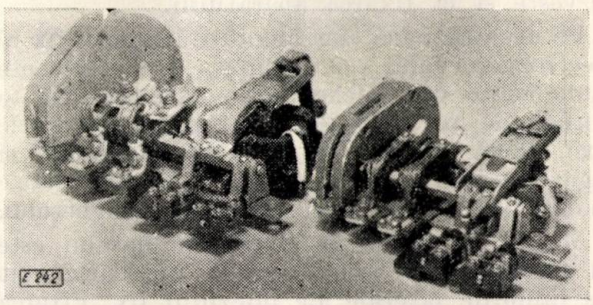


Fig. 2. Contactoare cu rotație CT 63.1 și CT 100.1.

și grătarele camerelor de stingere și echipajul mobil cu cele patru punți, contactoarele cu translații fiind în execuție tetrapolară.

Electromagnetul conține un miez magnetic în formă de *E* și o bobină cu carcasă de bache-

lită. Cele 2 spire în scurtcircuit sînt montate pe brațele extreme ale miezului magnetic fix și prinse elastic cu resoarte spirale. Între miezul fix și suportul elastic este montată o fîșie de

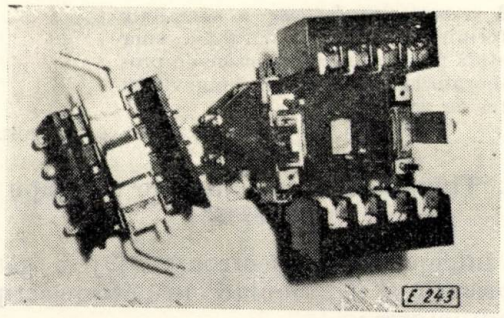


Fig. 3. Contactorul cu translație CT 25.2 demontat

cauciuc destinată amortizării șocurilor, așa după cum se poate vedea în figura 3.

Bobina este fixată pe miez, prin intermediul unor bile metalice.

Pe pereții laterali se află atît bornele bobinei cît și bornele principale de curent, care permit legarea conductoarelor prin introducerea directă, fără formare de ochi.

Căile de curent sînt executate din cupru protejat prin argintare, iar contactele sînt formate din nituri de argint.

Pentru a solicita mai puțin aparatul din punct de vedere al rezistenței mecanice, cursa magnetului este redusă la 4 mm. Aceasta însă n-a împiedicat obținerea unei puteri de rupere corespunzătoare datorită asigurării aparatului cu camere deionice.

Contactorul de 25 A este prevăzut și cu 2 blocuri de contacte auxiliare, fiecare bloc avînd un contact normal deschis și un contact normal închis.

Contactoarele cu mișcare de rotație au toate elementele montate pe o singură bară, care servește și la fixarea aparatului.

Pe această bară sînt montate : miezul fix al electromagnetului cu bobina, trei elemente monopolare din bachelită pe care sînt fixate bornele de intrare și cele de ieșire și contactele fixe, două blocuri de contacte auxiliare și lagărele axului de rotație, care susțin contactele mobile și miezul mobil al electromagnetului.

Miezul magnetic al electromagnetului este în formă de *E*, avînd spirele în scurtcircuit pe ramurile laterale ale miezului fix. Fixarea spirelor este identică, cu cea de la electromagneții de translație.

Bobina, de construcție fără carcasă, este fixată elastic de miezul fix prin resoarte elicoidale.

Contactele mobile sînt legate de bornele de ieșire prin legături flexibile, formate din liță de cupru foarte flexibilă.

Contactele contactorului de 63 A sînt din cupru protejat prin argintare, iar cele ale contactoarelor de 100 A și 200 A, din cupru placate cu argint.

Camerele de stingere, din asbociment cu grătare deionice, permit obținerea unei capacități de rupere ridicate.

2. Incercări de uzură mecanică

Pentru verificarea uzurii mecanice a contactoarelor, în cadrul laboratorului întreprinderii a fost amenajată o încăpere specială pentru încercări. La amenajarea acestei încăperi s-a ținut seama de [2; 4]:

— Necesitatea încercării simultane a unui număr mare de contactoare.

— Posibilitatea obținerii comenzilor pe o gamă largă de frecvențe de conectare : 60—6000 con./oră.

— Evitarea influenței vibrațiilor cadrului asupra aparatului de încercat.

În figura 4 este înfățișat cadrul pe care se montează contactoarele supuse încercărilor. Cadrul ocupă un perete al încăperii și este rigidizat prin îngroparea adîncă în fundație și prin console fixate în zidărie.

Comanda se face de la pupitru.

În figura 5 se dă schema circuitului de comandă a camerei de încercări la uzură mecanică.

Frecvențele diferite de conectare sînt obținute cu ajutorul unor dispozitive prevăzute cu motoraşe speciale, demultiplicator și cu contacte acționate prin came, arătate în figura 6.

Prin schimbarea demultiplicatorului și a profilului camei se poate obține întreaga gamă de frecvențe de conectare necesare.

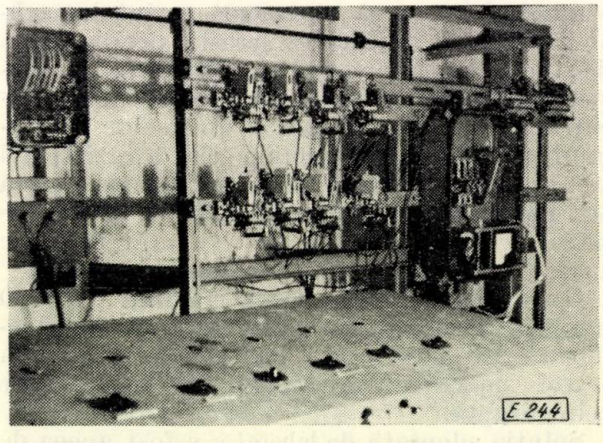


Fig. 4. Camera pentru încercări la uzură mecanică.

Dispozitivul dă impulsuri de alimentare bobinei, care anclanșează contactorul de comandă.

Contactoarele supuse la uzură au bobinele legate în serie cu contactele auxiliare ale fiecărui contactor precedent. În acest fel închi-

derea se execută în trepte, primul contactor primind comanda de la pupitru, iar celelalte, fiecare prin contactele auxiliare ale contactoarelor precedente. Astfel se evită transmiterea șocului de închidere de la un contactor la altul.

Alimentarea cu tensiune se face de la un panou central, pevăzut și cu automate pentru protecția circuitelor.

După cum am arătat mai sus, camera este izolată fonic, prin căptușirea pereților cu plută și prin executarea tencuielii cu asperități.

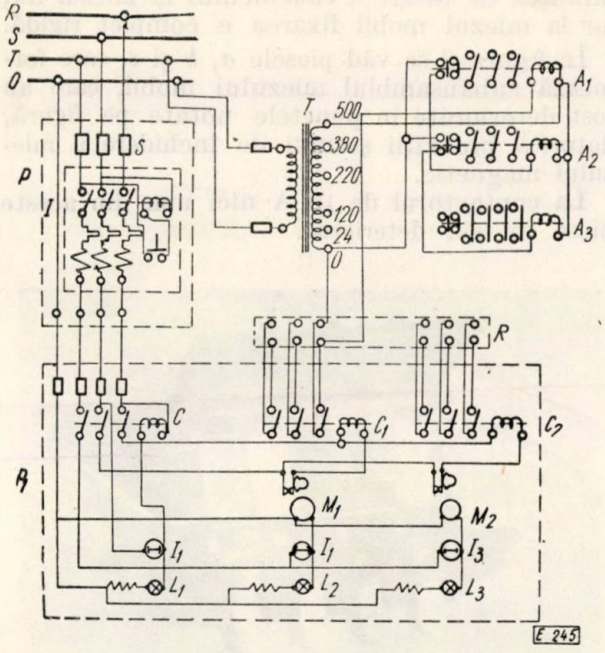


Fig. 5. Schema electrică a circuitului de comandă a camerei de încercări la uzură mecanică:

P — panou de alimentare și protecție; *S* — siguranțe fuzibile; *I* — întreruptor automat pentru protecția circuitelor; P_1 — pupitru de comandă; *C* — contactor principal; C_1, C_2 — contactoare de comandă M_1, M_2 — motoare de comandă; I_1, I_2, I_3 — întreruptoare manuale: L_1, L_2, L_3 — lămpi de semnalizare; *R* — regletă cu borne; *T* — transformator pentru alimentarea bobinelor; A_1, A_2, A_3 — aparate supuse la uzura mecanică.

Din fiecare tip de contactor indicat mai sus au fost încercate serii de cîte 5 bucăți din același lot de producție.

Condițiile de încercare au fost următoarele:

— Bobinele au fost alimentate la tensiunea nominală.

— Frecvența de conectare folosită la majoritatea aparatelor este de 3 000 con./oră.

— Probele se fac fără întrerupere pînă la defectarea aparatului. Protecția instalației fiind asigurată, probele pot fi efectuate și în timpul nopții, fără supraveghere specială.

Înainte de supunerea la uzură, se controlează următorii parametri ai aparatelor, care se verifică apoi la sfîrșitul probelor:

— Presiunea pe contacte.

— Caracteristicile de funcționare ale magnetului.

— Căderea de tensiune.

— Încălzirea bobinei.

Din cele relatate mai sus, se vede că încercările se execută în condiții mai grele decît cele din exploatare și anume:

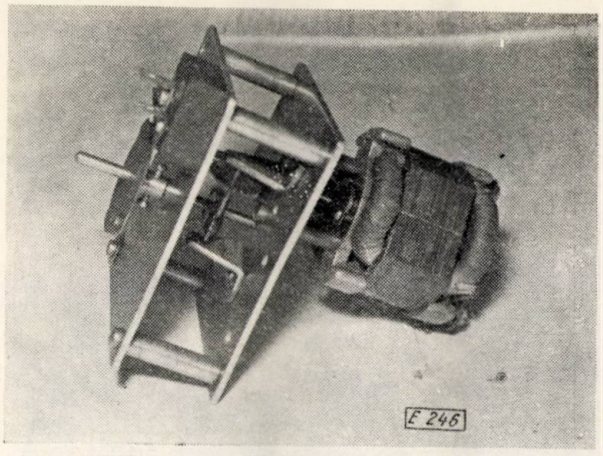


Fig. 6 a. Dispozitiv de comandă cu motoraș.

— Cu toate măsurile luate, aparatele mai suferă influența vibrațiilor parazite.

— Numărul de 3 000 con./oră este mai mare decît frecvența maximă de conectare a aparatelor în exploatare (1 200 con./oră).

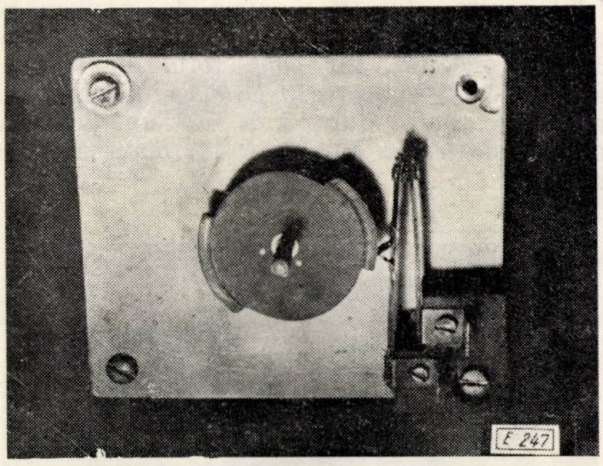


Fig. 6 b. Cama și contactul de comandă al motorașului.

— În anumite perioade ale zilei, cînd rețeaua electrică este descărcată, tensiunea de alimentare depășește cu mult tensiunea nominală, ceea ce duce la creșterea forței electromagnetului și la șocuri puternice la anclanșare.

3. Observații făcute în urma studiului uzurii mecanice a contactelor

Acest studiu s-a început în cursul anului 1959 și a fost continuat în anul 1960.

Trebuie să arătăm că încercările s-au făcut pe aproape 100 de aparate din fiecare tip.

Studiul uzurii a scos la iveală atît soluțiile constructive reușite, cît și două categorii principale de defecțiuni: defecțiuni constructive de principiu și defecțiuni datorite subdimensionării mecanice.

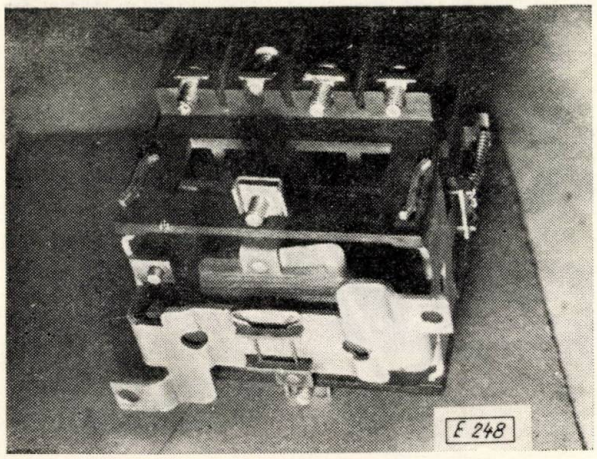


Fig. 7 a. Fixarea elastică a magnetului fix la contactorul cu translație de 10 A.

3.*1. Contactoare cu translație.* Inițial, probele au fost începute pe contactoarele cu translație de 25 A, ceea ce a permis ca defecțiunile semnalate să fie înlăturate la varianta de 10 A. În felul acesta, durata maximă de serviciu pe care a atins-o contactorul de 25 A a fost de $3 \cdot 10^6$ conectări, iar contactorul de 10 A a atins $6 \cdot 10^6$ conectări, fără ca aceasta să constituie limita duratei de serviciu, defecțiunile constatate în cursul acestor manevre fiind minime

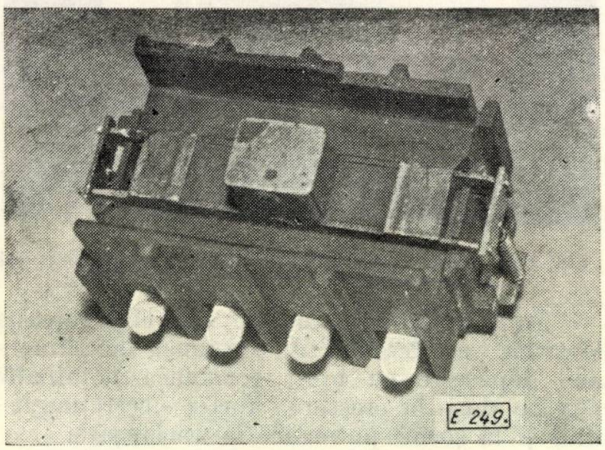


Fig. 7 b. Fixarea elastică cu resort a magnetului mobil la contactorul cu translație de 10 A.

Rezistența mărită la uzură a contactorului de 10A a fost asigurată pentru subansamblul cel mai important — sistemul magnetic — prin fixarea elastică a acestuia.

După cum se vede în figura 7, fixarea elastică este realizată atît pe partea fixă, cît și pe partea mobilă a electromagnetului. Miezul fix este montat pe o fișie de cauciuc, iar cele două prelungiri ale tolelor marginale ale electromagnetului sînt fixate pe partea opusă a suportului cu o clemă elastică. Astfel, magnetul are posibilitatea să amortizeze șocul prin tasarea cauciucului și prin deplasarea față de suport. Miezul mobil este și el montat pe o fișie de cauciuc și fixat de suport prin resoarte care preiau șocurile.

La contactorul de 25 A nu există posibilitatea de tasare a cauciucului la miezul fix, iar la miezul mobil fixarea e complet rigidă.

În figura 8 se văd piesele *a*, *b* și *c*, care formează subansamblul miezului mobil, care au fost deteriorate în punctele notate pe figură, datorită preluării șocului de închidere a miezului magnetic.

La contactorul de 10 A nici una din aceste piese nu s-a deteriorat.

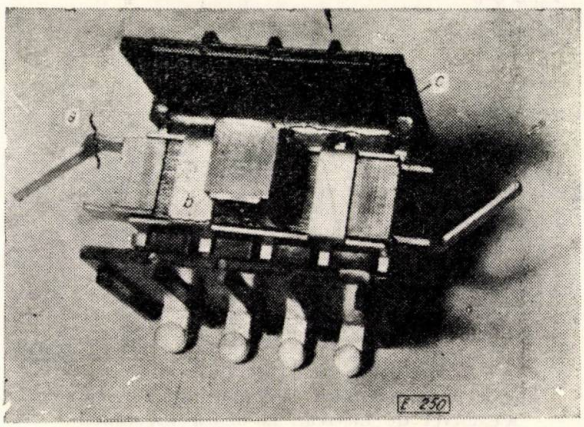


Fig. 8. Piesele deteriorate în urma șocului la anclanșare la contactorul de 25 A.

O altă problemă constructivă este aceea a profilului și dimensionărilor punților de contact.

La contactorul de 25 A punțile mobile arătate în figura 9 a și 9 b au două defecțiuni principale:

1. Puntea este exagerat de lungă față de celelalte dimensiuni ceea ce provoacă vibrații la anclanșare.

2. Profilul punții prezintă o schimbare bruscă de secțiune, care duce la o concentrare a tensiunilor interne în această zonă. În poziția închis, puntea se sprijină liber pe contacte sub acțiunea resortului său.

În momentul deschiderii, suportul mobil de bachelită, aruncat de resoartele antagoniste, lovește puntea în porțiunea în care secțiunea este slăbită.

În concluzie, solicitarea maximă a punții se produce în punctul de schimbare a profilului, ceea ce a provocat ruperea punții în dreptul

schimbării de secțiune, după $2 \cdot 10^6$ manevre în medie.

La contactorul de 10 A șocurile fiind atenuate de fixarea elastică a electromagnetului și punțile avînd o lungime mai bine proporționată cu restul dimensiunilor, nu s-a produs ruperea punților nici după $6 \cdot 10^6$ manevre deși punțile prezintă și aici schimbări bruște de secțiune.

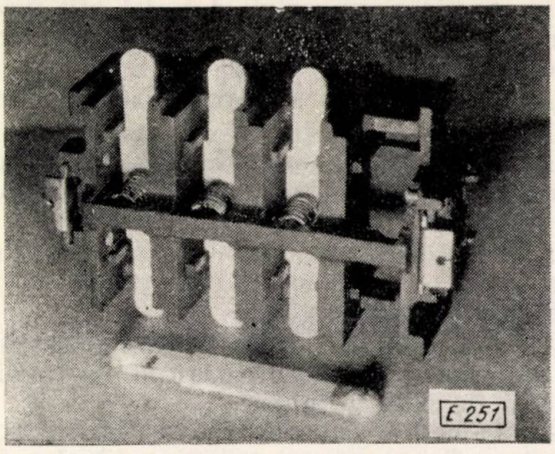


Fig. 9 a. Lungimea punții de contact în comparație cu gabaritul aparatului la contactorul de 10 A.

Un alt element puțin rezistent la uzura mecanică s-a dovedit a fi spira în scurtcircuit ștanțată, din următoarele cauze:

1. Spira fiind ștanțată și avînd laturile în unghi drept, la ștanțare se produc tensiuni interne în zona unghiurilor.

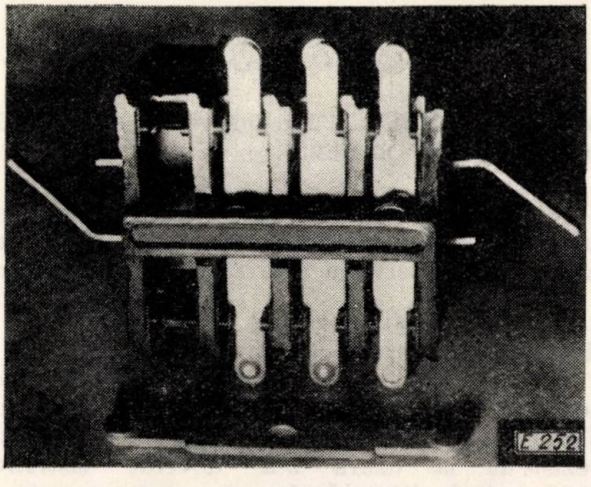


Fig. 9 b. Lungimea punții de contact în comparație cu gabaritul aparatului la contactorul de 25 A.

2. Fixarea rigidă, prin presiune, a spirei în scurtcircuit, face ca șocul magnetului să fie preluat și de spiră.

3. Fixarea unei singure laturi a dreptunghiului spirei face ca laturile libere să fie supuse vibrațiilor. Pentru eliminarea defecțiunilor menționate, la contactorul de 25 A s-a introdus fixarea spirei prin resort, iar la contactorul de 10 A s-a utilizat spiră executată din țeavă, care nu prezintă defecțiunile spirei ștanțate. Ca urmare, în cursul celor $6 \cdot 10^6$ manevre, spira nu a suferit nici o defecțiune.

În concluzie, durata de funcționare a contactorului de 25 A din fabricația curentă va fi mărită la $5 \cdot 10^6$ manevre aplicînd la construcția actuală soluțiile constructive verificate la varianta de 10 A.

3.2. *Contactoare cu mișcare de rotație.* Din tipul de contactoare cu rotație, au fost încercate contactoarele de 63 A și 100 A. Și la această serie, subansamblul cel mai puțin rezistent s-a dovedit a fi sistemul magnetic. În primul rînd prinderea miezului magnetic fix în consolă, pe bara principală prin 4 șuruburi provoacă eforturi suplimentare în magnetul fix. Echipajul mobil al electromagnetului, avînd ca piesă de fixare un suport metalic din tablă subțire de 2 mm, a suferit repetate secționări în porțiunile în care s-au executat îndoituri.

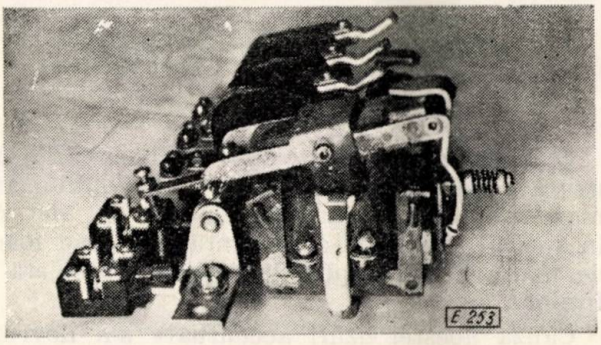


Fig. 10. Construcția și fixarea magnetului la contactorul de 63 A cu rotație.

Atît miezul fix cît și cel mobil sînt fixate rigid, fără amortizor, așa cum se vede în figura 10.

Pentru amortizarea vibrațiilor la închidere a fost prevăzut un limitator fixat elastic cu un resort care însă s-a dovedit ineficace în privința limitării vibrațiilor, în schimb a provocat numeroase defecțiuni la uzură. Prinderea limitatorului s-a făcut pe o plăcuță fixată prin sudură prin puncte pe miezul fix.

În cursul manevrelor, limitatorul de cursă se desprinde din sudură la unele aparate la cca. $1{,}2 \cdot 10^6$ manevre.

Utilizarea fixării bolțurilor prin cuie spintecate s-a dovedit necorespunzătoare din punct de vedere al rezistenței mecanice. În timpul manevrelor, cuiele spintecate se foarfecă, ceea ce duce la desprinderea miezului mobil de pe suportul său.

Spira în scurtcircuit are aceeași construcție ca la contactoarele cu translație și a prezentat aceleași defecțiuni. Pentru eliminarea lor, s-a introdus și aici fixarea spirei prin resort.

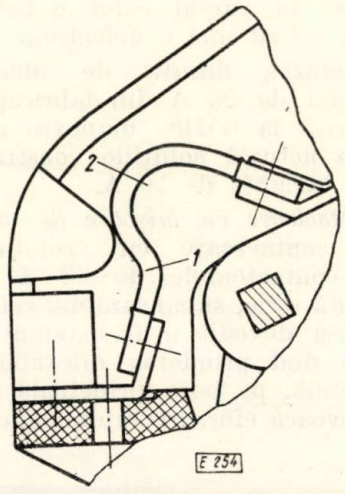


Fig. 11. Așezarea flexibilului în cameră înainte de modificarea camerei și a flexibilului.

O concluzie care a reieșit din încercările de uzură a fost aceea că așezarea flexibilului are mare importanță. La contactorul de 100 A, în special, flexibilul a prezentat un grad mare de uzură mergînd pînă la ruperea completă a firelor.

Cauza acestei uzuri accentuate s-a dovedit a fi montarea flexibilului în așa fel încît între

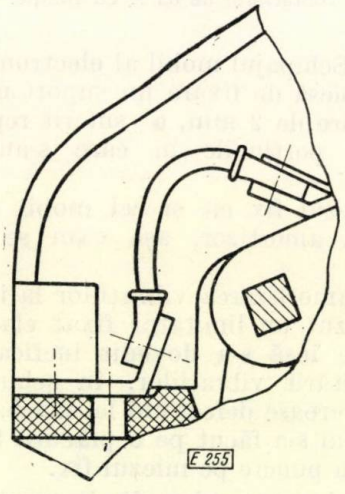


Fig. 12. Așezarea flexibilului în cameră după modificarea camerei și a flexibilului.

cele 2 capete de prindere, flexibilul prezintă 2 inflexiuni care au dat naștere la solicitări alternative.

Uzura a fost accentuată și de faptul că flexibilul freca pe pereții camerei de stingere.

În fig. 11 este arătată așezarea flexibilului în cameră înainte de modificare camerei și a flexibilului.

În plus, s-a observat că ruperea flexibilului se produce în afară de locurile de inflexiune și la marginea papucului, datorită atît rigidizării firului prin cositorire, cît și marginii ascuțite a papucilor flexibilului.

Aceste defecțiuni au fost remediate prin:

1. Schimbarea fixării flexibilului în așa fel încît să se elimine inflexiunile, astfel ca mișcarea magnetului să nu solicite flexibilele, ca în figura 12.

2. S-au înlocuit papucii cu papuci executați din țeavă cu marginile îndoite și fără muchii ascuțite, ca în figura 13.

3. Cositorirea flexibilului se face numai pînă la mijlocul papucului, pentru a nu rigidiza partea flexibilă în mișcare.

4. Camera de stingere s-a modificat, creînd spațiu suficient pentru mișcarea liberă a flexibilului.

Numărul mare de defecțiuni produse în cursul manevrelor a arătat că acest tip de contactor

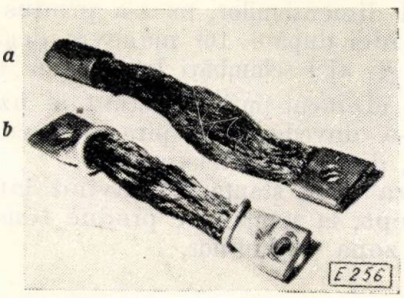


Fig. 13. Modificarea papucilor flexibilelor: *a* — papucul inițial; *b* — papucul modificat.

nu poate fi utilizat, cu rezervele necesare, decît pînă la $1{,}2 \cdot 10^6$ manevre.

4. Concluziile studiului uzurii mecanice a contactoarelor aplicate în noua serie de contactoare cu durata de serviciu mărită la 5.10^6 manevre

Studiul uzurii mecanice a contactoarelor a dus la următoarele concluzii:

— Din cele două serii de contactoare existente în fabricație, tipul cu acționare prin translație și tipul cu acționare prin rotație, mai rezistent la uzură s-a dovedit sistemul cu translație. (Considerăm că aceasta nu este o concluzie generală, ci o concluzie valabilă pentru tipurile de contactoare fabricate în întreprinderile noastre) [4; 5; 6; 7].

— Defecțiunile apărute la contactoarele cu translație au putut fi remediate, pe parcurs, pe aparatele existente, ceea ce a dus la creșterea duratei de serviciu la contactorul de 10 A.

După normele CEI, contactoarele care acționează motoare pînă la 10 kW trebuie să realizeze fără defecțiuni 10 milioane de manevre.

De aceea, construcția acestei serii va fi întărită în continuare pe baza observațiilor de mai sus, pentru a atinge această performanță.

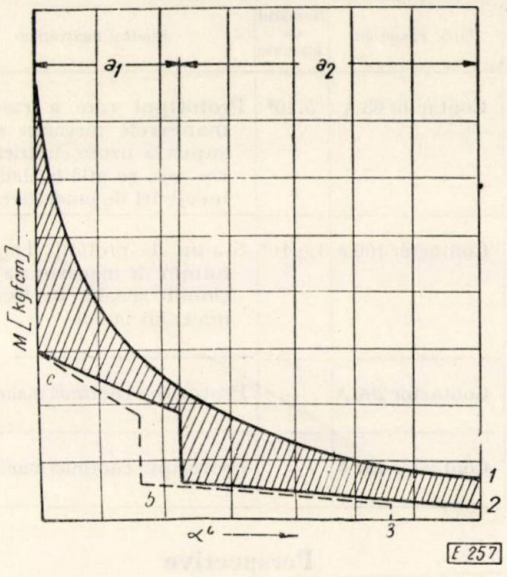


Fig. 14. Diagrama cuplurilor contactorului:
1 — cuplul activ; *2* — cuplul rezistent; *3* — cuplul rezistent după micșorarea cursei în contact.

— Limita maximă a duratei de serviciu care a putut fi atinsă cu actuala serie de contactoare cu rotație a fost de $2 \cdot 10^6$ manevre.

Subansamblul cel mai puțin rezistent, care a limitat durata de serviciu, s-a dovedit a fi sistemul magnetic.

În această situație, deoarece celelalte defecțiuni ca de exemplu ruperea flexibilelor etc. s-au dovedit a fi remediabile pe actuala construcție, s-a ajuns la concluzia că pentru a mări durata de serviciu este suficientă înlocuirea sistemului magnetic și a mijloacelor de fixare.

Problema trebuia soluționată sub două aspecte: pe de o parte trebuia găsită o soluție constructivă pentru amortizarea șocurilor provocate de închiderea magnetului și evitarea transmiterii acestor șocuri unor elemente fragile de fixare, iar pe de altă parte însă, s-a pus și problema realizării forței de tracțiune necesară cu un șoc redus de anclanșare, respectiv să fie calculat astfel, ca să nu aibă prea mare rezervă de forță.

Din teoria mecanismelor electromagnetice se cunoaște că momentul sau forța de tracțiune crește proporțional cu pătratul inducției [1; 2; 3].

Datorită acestui fenomen, curba forței de tracțiune are o caracteristică brusc crescătoare pe măsura micșorării intrefierului, atingînd valoarea maximă, care depășește cu mult valoarea forței rezistente în momentul cînd partea mobilă atinge partea fixă a magnetului, ca în figura 14.

Echipajul mobil în mișcare acumulează o cantitate de energie cinetică a cărei mărime este proporțională cu suprafața hașurată cuprinsă între curba *1* și *2*. Această energie se cheltuiește în două șocuri: primul șoc are loc în poziția *b* în momentul atingerii contactelor și al doilea în punctul *c*, în momentul închiderii magnetului.

Rezultă deci că pentru a atenua șocurile trebuie să coborîm curba forței de tracțiune față de curba forței rezistente pînă la limita admisibilă din punct de vedere al funcționării normale a electromagnetului, astfel ca energia cinetică acumulată (suprafața cuprinsă între curba *1* și *2*) să fie minimă.

Pentru a realiza reducerea șocului, s-au studiat contactoarele mai multor firme și s-a executat un electromagnet de tip deosebit, care realizează o caracteristică de tracțiune ce micșorează rezerva de energie cinetică a electromagnetului în momentul anclanșării [3; 6; 7].

Este vorba de un magnet de tip E cu clapetă, avînd însă un braț fals cum se vede în figura 15.

Datorită acestei conformații, în momentul începerii mișcării de închidere, fluxul se închide pe calea *1*, datorită reluctanței reduse.

Întrefierul, fiind minim, se creează forța necesară pentru învingerea forțelor rezistente, pornirea magnetului fiind astfel asigurată.

O dată cu micșorarea întrefierului, fluxul se va închide numai pe calea *2*, brațul corespunzător fluxului *1* fiind saturat.

Aceasta a permis, prin alegerea avantajoasă a cuplului antagonist, utilizarea pentru aceeași forță a unui magnet de gabarit redus.

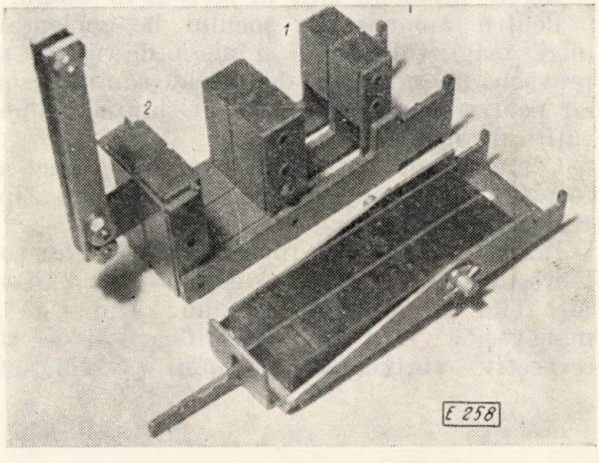


Fig. 15. Magnet tip E cu braț fals.

Adaptarea acestui tip de magnet s-a făcut la contactoarele de 63, 100 și 200 A, după cum se vede în figura 16.

Se găsește în probe și prototipul contactorului de 400 A.

O rezervă pentru micșorarea energiei cinetice acumulate de părțile mobile în mișcare o reprezintă reducerea distanței între contactul fix și contactul mobil.

În figura 14 distanța a_1 reprezintă cursa în contact, iar distanța a_2, distanța între contacte.

Se vede că micșorînd distanța între contacte și cursa în contact (curba *3* figura 14) putem să ne permitem să coborîm curba. Deci în măsura în care condițiile de stingere a arcului o permit, reducerea distanței între contacte constituie un mijloc de a atenua șocurile pe care le suferă aparatul.

De asemenea, reducerea cursei în contact fără micșorarea presiunii pe contacte (ceea ce

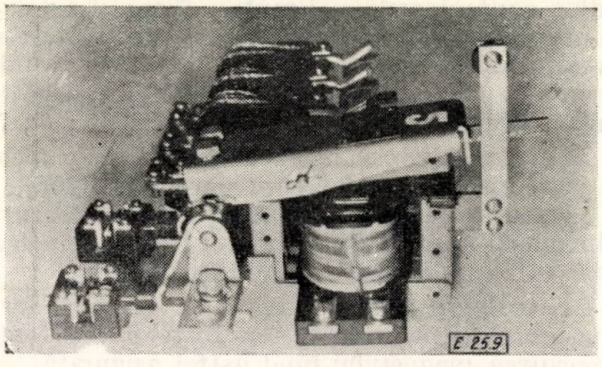


Fig. 16. Contactorul de 63 A cu magnetul de tip nou.

se poate realiza prin utilizarea unor resoarte mai puternice) permite reducerea forței de tracțiune și a rezervei de energie cinetică a electromagnetului.

Aceste probleme sînt în prezent în studiu.

Pentru amortizarea șocului la anclanșare, între magnetul mobil și piesa de fixare s-a prevăzut un amortizor de cauciuc sau un resort, iar pentru flexibile s-a păstrat soluția îmbunătățită de mai sus.

Contactoarele cu tipul nou de magnet au fost supuse la manevre pentru verificarea ipotezelor de mai sus.

Primul contactor supus la uzură a fost contactorul de 63 A, care a atins $5 \cdot 10^6$ manevre fără nici un fel de defecțiuni. După $5 \cdot 10^6$ manevre a fost supus verificărilor de tip, respectiv verificarea presiunii pe contacte, funcționarea și încălzirea, după care contactorul a fost supus manevrelor pentru uzură electrică.

În tabela 1 se arată stadiul încercărilor la contactoarele cu electromagnet tip nou.

Tabela 1

Poz.	Tipul aparatului	Numărul de manevre	Stadiul încercărilor
1	Contactor 63 A	5.10^6	Prototipul care a executat manevrele mecanice a fost supus la uzura electrică. Seria zero se află în stadiu de încercări de omologare.
2	Contactor 100 A	$4,5.10^6$	Stadiu de prototip. La acest număr de manevre s-a secționat scoaba de fixare a miezului mobil.
3	Contactor 200 A	—	Prototipul continuă manevrele
4	Contactor 400 A	—	Prototipul continuă manevrele

Perspective

În anul acesta, seria de contactoare cu rezistența la uzură de $5 \cdot 10^6$ conectări va intra integral în producția de serie.

În paralel, serviciul de proiectări, în colaborare cu laboratorul, a întreprins cercetări în vederea proiectării unei serii noi de contactoare, care să realizeze într-un gabarit redus o rezistență de uzură mărită pînă la $10 \cdot 10^6$ conectări.

Bibliografie

[1] *Koloianceva R. S.*: K rascetu magnitnih sistem kontaktorov peremennovo toka. Vestnik Electropromîşlennosti **31** (1960) 9, 71–74.

[2] *Bron O. B.*: Electricescaia duga v aparatov upravlenía. Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad, 1954.

[3] *Liubcik M. A.*: Rasciot i proiectirovanie electromagnitov postoianovo i peremennovo toka. Gosenergoizdat, Moscova, 1959.

[4] *Herbert Franken*: Niederspannungsschütze für hohe Lebensdauer E T Z, **74** (1953) 9, 298.

[5] *Schönauer*: Fortschritte in Bau von Luftschützen E T Z-B (1953), 3,73.

[6] *Caresson J. E.*: Nouveaux contacteurs pour 25–100 A ASEA Rev. **31** (1959) 4,75–80.

[7] *Herbert Franken*: Entwicklungstendenzen bei Schützen ETZ **75** (1954) 4, 101.

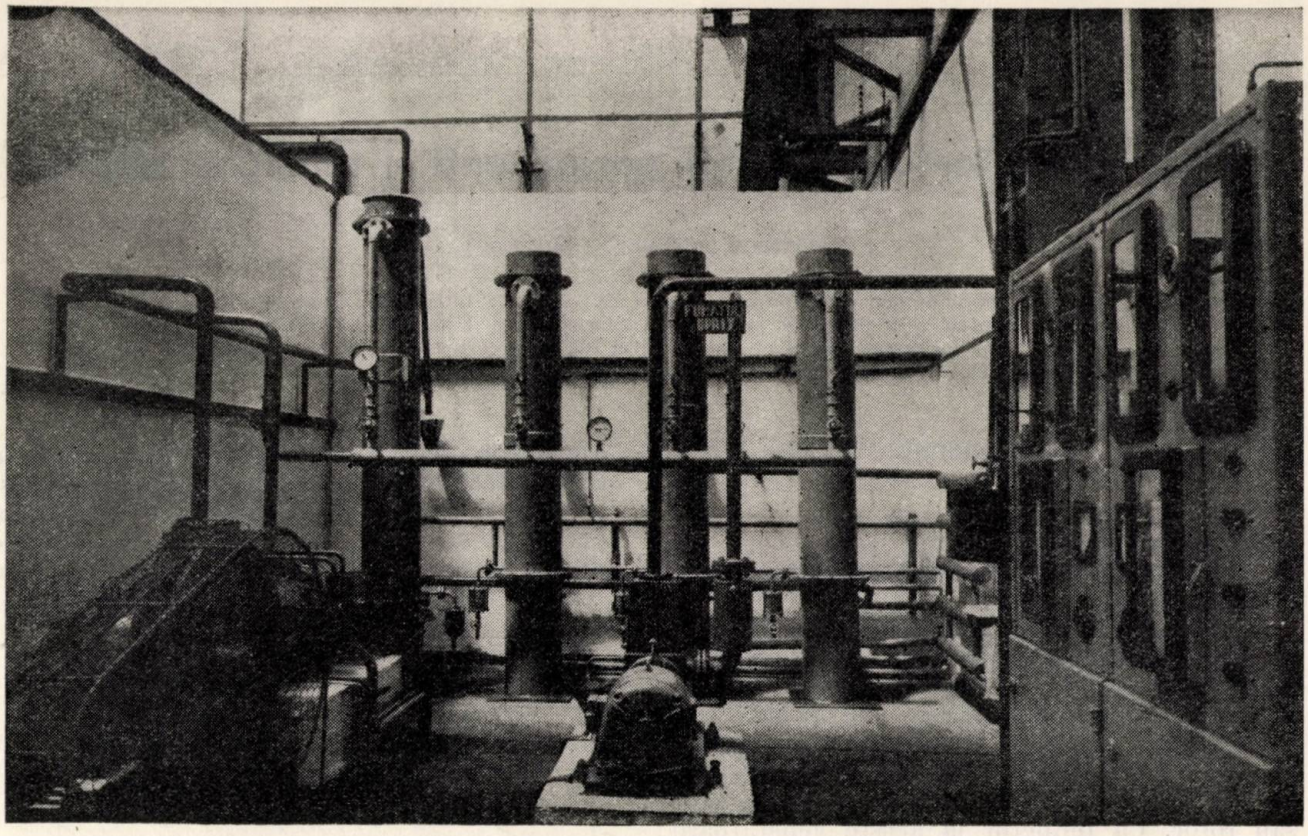


Fig. 1. Staţia pompelor de vid pentru autocare de la uzinele „Electroputere" — Craiova.

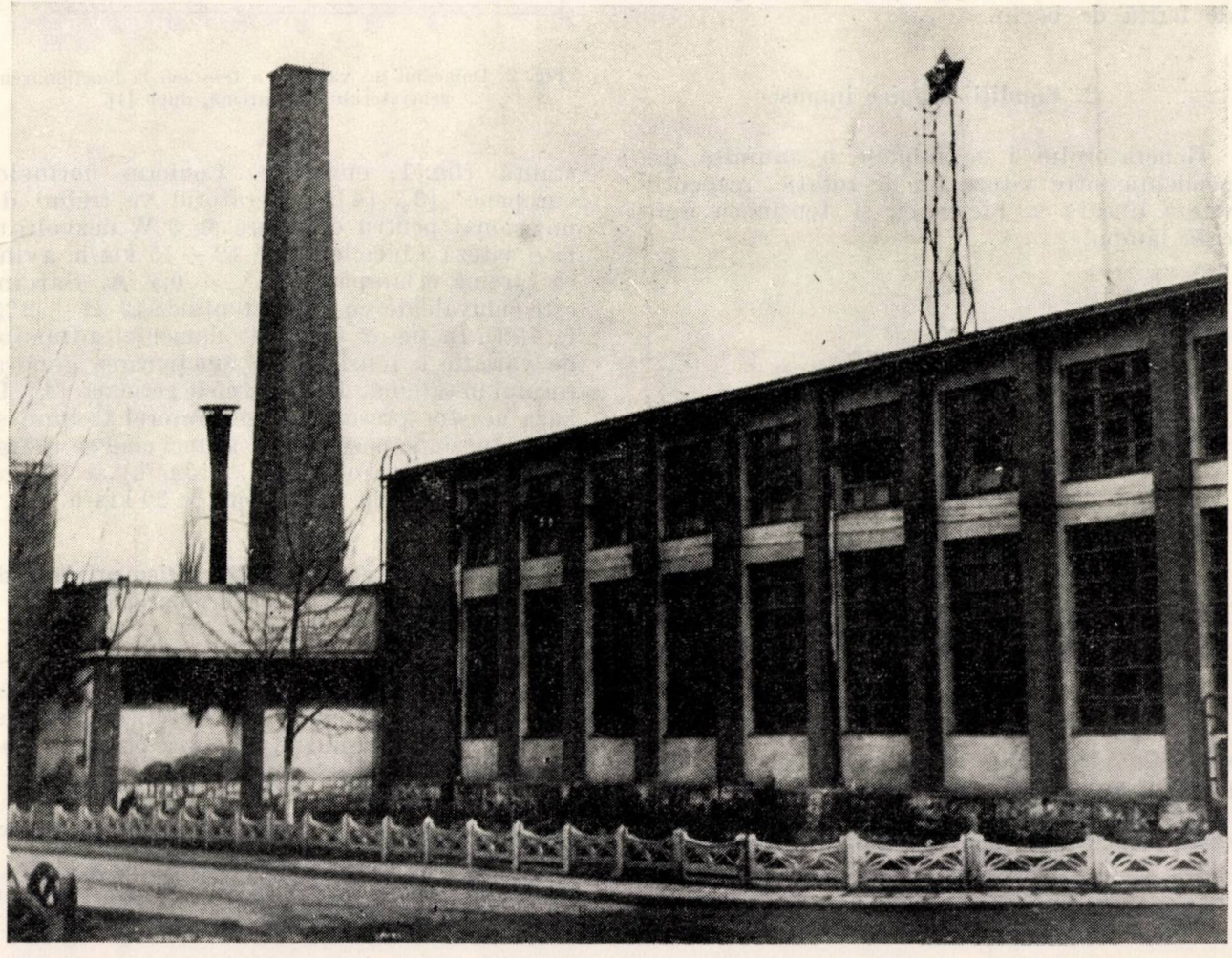


Fig. 2. Aspect exterior al uzinei „Electroprecizie" — Săcele.

Microgenerator cu magneți permanenți și tensiune stabilă

Năstase I. Bichir* – București

Micromașinile mai rezervă încă o serie de probleme interesante. Lucrarea de față prezintă o sinteză a problemelor ridicate de dimensionarea generatoarelor de bicicletă și este un rezultat al cercetărilor efectuate în cadrul ICET cu care se îmbogățește literatura de specialitate din acest domeniu.

CZ 621.313.84 : 629.118.3

1. Generalități

Generatorul de bicicletă este un microgenerator sincron special. Primele construcții au căutat să reproducă, reduse la scară, generatoarele sincrone normale [1], [2]. Construcțiile actuale, folosind suprapunerea efectelor, nu mai au indusul format din bobine separate pentru fiecare pol, ci dintr-o singură bobină circulară, deși inductorul este multipolar.

Varietatea formelor constructive a generatoarelor de bicicletă se reduce la două construcții tip, după cum inductorul este stator sau rotor. Ca inductor la aceste generatoare se folosesc magneții permanenți. În ultimul timp, datorită avantajelor tehnico-economice, se folosesc numai magneți ceramici pe bază de ferită de bariu.

2. Condiții tehnice impuse

Generatorului i se impune o anumită dependență între viteza lui de rotație, respectiv viteza lineară a bicicletei, și tensiunea aplicată lămpii.

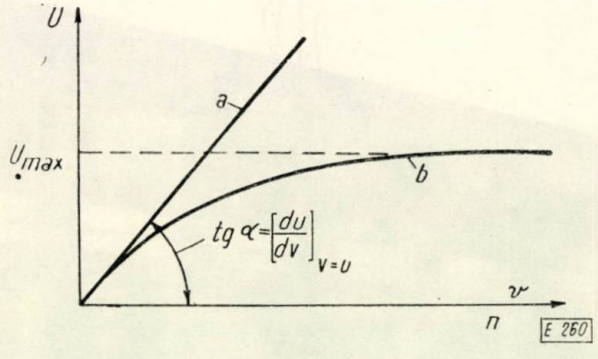


Fig. 1. Variația tensiunii generatorului de bicicletă în funcție de viteză.

La funcționarea în gol, dacă s-ar neglija saturația circuitelor magnetice, dispersia cîmpului magnetic și influența curenților turbionari, tensiunea la borne ar crește proporțional cu viteza (fig. 1, curba *a*). În sarcină o condiție esențială a acestor generatoare este ca la viteze mici ale bicicletei să avem o creștere bruscă a tensiunii, adică o pantă în originea curbei cît mai mare, apoi, pe măsură ce crește viteza, tensiunea să rămînă pe cît posibil constantă (fig. 1, curba *b*). Conform normelor europene* [3], [4], generatorul va trebui dimensionat pentru o putere de 3 W dezvoltată la o viteză a bicicletei de 12 ÷ 15 km/h, avînd ca sarcină o lampă de 6 V și 0,5 A. Sarcina este echivalentă cu o rezistență de 12 Ω ± 2%, la 15°C. În fig. 2 este dat domeniul admisibil de variație a tensiunii la funcționarea generatorului în sarcină, după normele germane [4]. În baza acestor prescripții, generatorul trebuie să dea o tensiune peste 3,5 V atunci cînd se merge cu bicicleta la mînă (4...5 km/h) și să nu depășească 7 V la viteze pînă la 30 km/h.

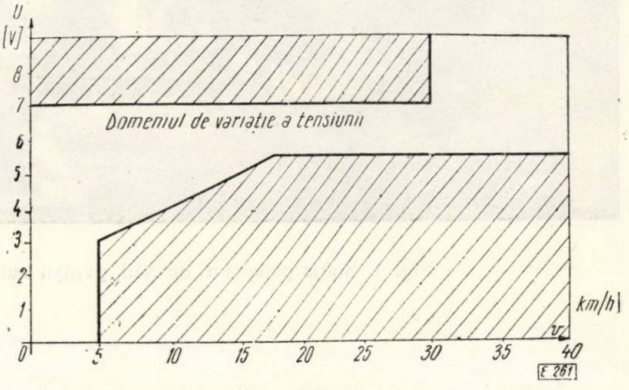


Fig. 2. Domeniul de variație a tensiunii la funcționarea generatorului în sarcină, după [4].

3. Considerații teoretice și practice privind dimensionarea generatoarelor.

Avînd în vedere că dimensionarea generatoarelor de bicicletă nu se poate face din calcul, dăm anumite considerente teoretice care să folosească drept ghid în căutarea pe cale experimentală a soluției optime.

---

* Ing. *N. I. Bichir* este cercetător la I.C.E.T.

* Norma sovietică [5] prevede generatoarele cu o putere de 2,5 W dezvoltată la o viteză a bicicletei de 12 km/h și ca sarcină o lampă echivalentă cu o rezistență de 16,9Ω. Totodată se dă pentru viteza de 12 km/h un domeniu de variație a tensiunii, destul de larg, între 6,5 V și 7,2 V.

Circuitul electric echivalent al unui generator de bicicletă se poate considera [6] format din sursa de tensiune electromotoare E de pulsație ω, rezistența R și inductanța L, ale înfășurării generatorului, precum și rezistența R_s a sar-

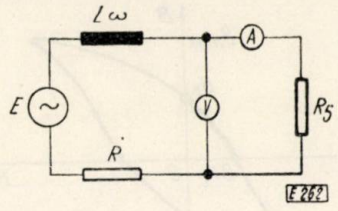


Fig. 3. Circuitul electric echivalent al generatorului de bicicletă.

cinii (a lămpii), fig. 3. Aplicînd teorema a doua a lui Kirchhoff circuitului din figura dată, găsim :

$$I = \frac{E}{\sqrt{(R + R_s)^2 + \omega^2 L^2}}. \qquad (1)$$

Pierderile datorită curenților turbionari, precum și alte pierderi de natură electromagnetică le considerăm neglijabile.

Notînd cu v viteza de deplasare a bicicletei în km/h, cu d diametrul rotiței de antrenare a generatorului în mm și cu p numărul perechilor de poli, pulsația tensiunii generatorului va fi :

$$\omega = k_1 \frac{p}{d} \cdot v, \qquad (2)$$

unde

$$k_1 = 2 \cdot \pi \cdot \frac{10^6}{360 \cdot \pi} = 555.$$

Cît timp nu apare saturația, dacă Φ este fluxul util în întrefier, considerat sinusoidal și w este numărul de spire al înfășurării, tensiunea electromotoare va fi

$$E = k_2 \cdot \omega \cdot w \cdot \Phi, \qquad (3)$$

iar inductanța înfășurării,

$$L = k_3 \cdot w^2 \qquad (4)$$

Înlocuind în relația (1) pe (2), (3) și (4) valoarea eficace a tensiunii la bornele lămpii, funcție de viteza bicicletei și parametrii generatorului, va fi :

$$U = I \cdot R_s = \frac{k_4 \cdot \frac{p}{d} \cdot R_s \cdot w \cdot \Phi \cdot v}{\sqrt{(R + R_s)^2 + k_5 \cdot \frac{p^2}{d^2} \cdot w^4 \cdot v^2}} \qquad (5)$$

Făcînd o analiză calitativă a variației tensiunii de serviciu în funcție de viteza de deplasare a bicicletei, panta în origine a curbei are o importanță deosebită în funcționarea generatorului. Ea este dată de relația :

$$\left(\frac{dU}{dv}\right)_{v=0} = k_4 \cdot \frac{p}{d} \cdot \frac{R_s}{R + R_s} \cdot w \cdot \Phi. \qquad (6)$$

O dată cu creșterea vitezei, tensiunea tinde asimptotic către o valoare constantă,

$$U_{max} = k_6 \cdot R_s \cdot \frac{\Phi}{w}, \qquad (7)$$

care se obține făcînd limita tensiunii dată de relația (5) cînd viteza v tinde către infinit.

În baza relațiilor de mai sus, la dimensionarea generatoarelor se va acționa asupra diferiților parametri constructivi pentru obținerea unei pante în originea curbei cît mai mare și a unei tensiuni cît mai stabilizate.

Cum reiese din relația (6), pentru a avea la viteze mici o creștere cît mai mare a tensiunii, modelele de generatoare cu mai multe perechi de poli sînt pe deplin justificate. Mărirea numărului de poli duce la o creștere importantă a pantei în originea curbei fără a influența în mod direct tensiunea de stabilizare cum se întîmplă în cazul variației celorlalți parametri. Avînd un număr de poli dat, se mai poate acționa asupra fluxului, a numărului de spire, a rezistenței bobinei și în cele din urmă, chiar asupra diametrului rotiței de antrenare a generatorului. Rezistența de sarcină—lampa—fiind dată, rezistența înfășurării generatorului nu are o influență mare asupra creșterii pantei curbei. În scopul schimbării rezistenței de sarcină, adică folosirea lămpilor de diferite caracteristici, relațiile (6) și (7) arată că se obține o familie de curbe ca în fig. 4.

Cît privește tensiunea maximă exprimată de relația (7), ea este direct proporțională cu rezistența de sarcină și cu fluxul și invers proporțională cu numărul de spire. În baza relațiilor (6) și (7), rezultă că pentru o anumită tensiune stabilizată și pentru o pantă cît mai mare, la același număr de poli, va

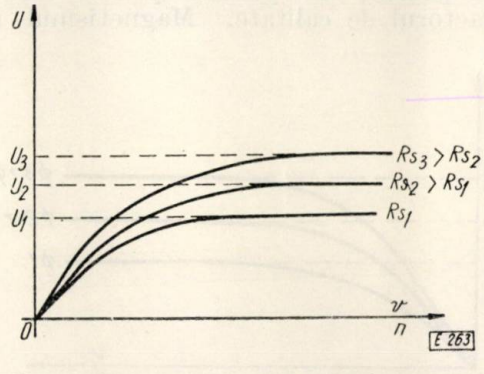


Fig. 4. Caracteristicile tensiune-viteză pentru diferite rezistențe de sarcină.

trebui crescut numărul de spire în același raport cu fluxul. O mărire unilaterală va duce la mărirea pantei, dar în același timp la creșterea sau scăderea tensiunii stabilizate (fig. 5 și 6).

Variația fluxului pentru o inducție în întrefier dată se obține variind dimensiunile polilor.

Calculul prealabil al numărului de spire a bobinei se face ca la un generator obișnuit,

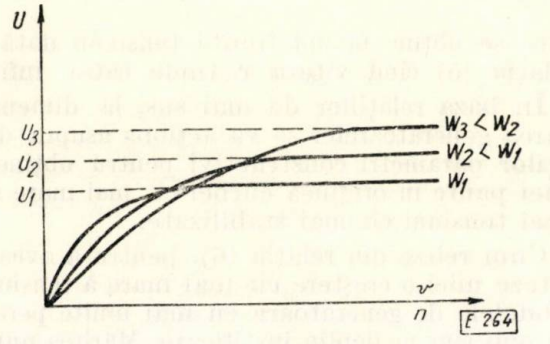


Fig. 5. Caracteristicile tensiune-viteză pentru diferite valori ale numărului de spire.

ținînd seama că suprapunerea efectelor și tensiunile induse în bobină de fiecare pereche de poli se însumează.

Calculul circuitelor magnetice cu reluctanță variabilă în timpul funcționării, cum este cazul și la generatorul de bicicletă, prezintă deficiențe foarte mari, recurgîndu-se numai la experimentări pe modelul realizat. Curba de demagnetizare din cadranul *2*, fig. 7, este caracterizată prin magnetismul remanent real B_r și prin cîmpul coercitiv ${}_BH_c$. Dar alegerea unui magnet permanent pentru un anumit scop nu se poate face numai după aceste mărimi, ci și după factorul său de calitate. Acesta reprezintă energia magnetică maximă pe care magnetul este capabil să o cedeze mediului înconjurător și este dat, de obicei, în tabelele din cataloage și literatura de specialitate prin produsul $(B \cdot H)_{max}$ [7], [8]. Deci, punctul de lucru trebuie să corespundă, pe cît posibil, cu punctul pentru care este dat factorul de calitate. Magnetismul remanent aparent al punctului de lucru nu este dat numai de întrefieruri și de circuitele auxiliare de fier ale magneților permanenți, ci și de valoarea apreciabilă a tensiunii magnetomotoare de reacție a indusului care în timpul funcționării are o tendință de demagnetizare. Magneții permanenți pe bază de ferită de bariu (BAFERIT), datorită avantajelor lor în această direcție [8], [9], sînt cei mai indicați.

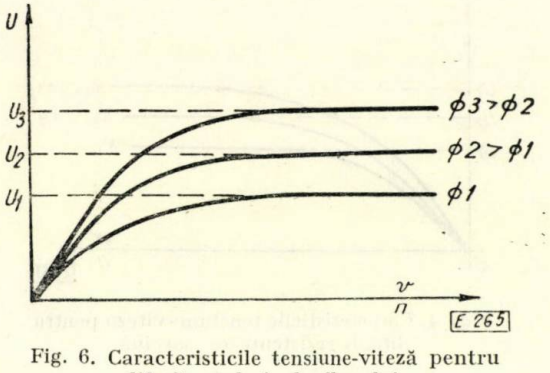


Fig. 6. Caracteristicile tensiune-viteză pentru diferite valori ale fluxului.

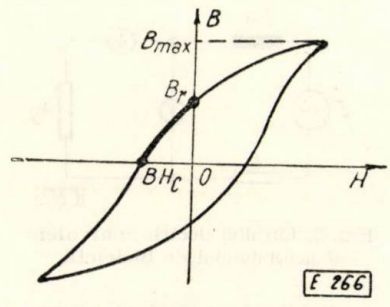


Fig. 7. Curba de demagnetizare a magneților permanenți

Caracteristicile magneților ceramici izotropi fabricați în ICET și folosiți la prototipurile experimentale sînt :

$$B_r = 2\,100 \text{ G}$$
$${}_BH_c = 1\,120 \text{ Oe}$$
$$(BH)_{max} = 0{,}6 \cdot 10^6 \text{ G.Oe.}$$

4. Cercetări în cadrul ICET asupra generatoarelor de bicicletă

S-a amintit că varietatea formelor constructive se reduce la două modele tip, după cum inductorul este stator sau rotor. În fig. 8

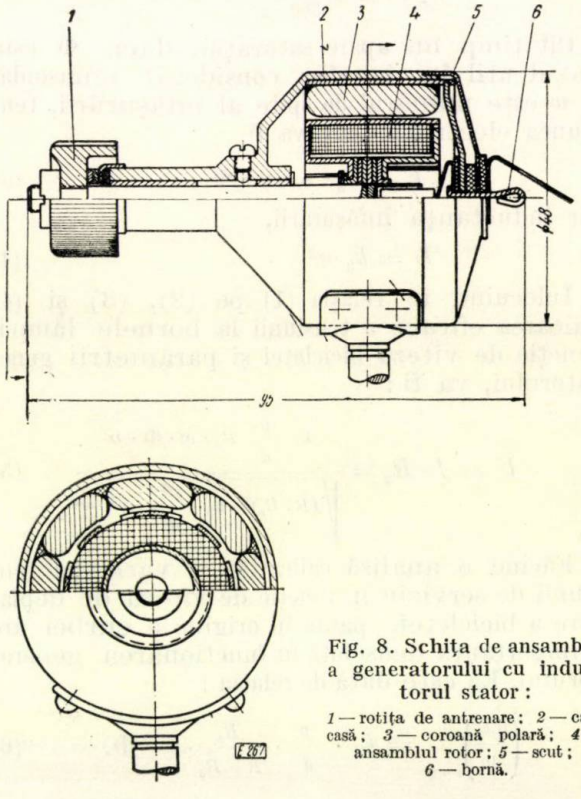


Fig. 8. Schița de ansamblu a generatorului cu inductorul stator :

1 — rotița de antrenare ; *2* — carcasă ; *3* — coroană polară ; *4* — ansamblul rotor ; *5* — scut ; *6* — bornă.

și 9 sînt date schițele de ansamblu ale celor două modele de generatoare cu magneți sinterizați.

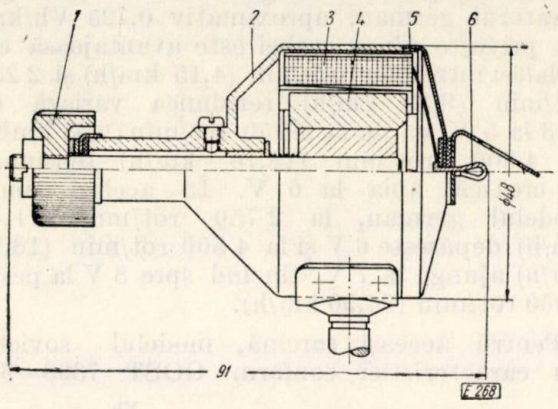


Fig. 9. Schița de ansamblu a generatorului cu inductorul rotor :

1 — rotiță de antrenare ; *2* — carcasă ; *3* — ansamblu stator ; *4* — ansamblu rotor ; *5* — scurt ; *6* — bornă.

Inductorul stator, fig. 10, este format din opt magneți ceramici care se obțin, din considerente practice, prin segmentarea în nouă părți a unei coroane de formă adecvată [10].

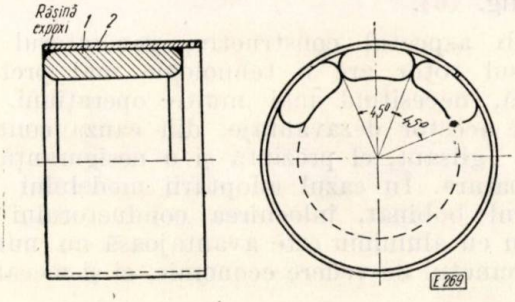


Fig. 10. Inductor stator :

1 — piese polare ; *2* — suport magneți.

În afara considerentelor mecanice, piesele polare astfel obținute dau fluxului o formă în spațiu cît mai apropiată de o sinusoidă.

Inductorul rotor, fig. 11, este un magnet ceramic nesegmentat pentru delimitarea celor

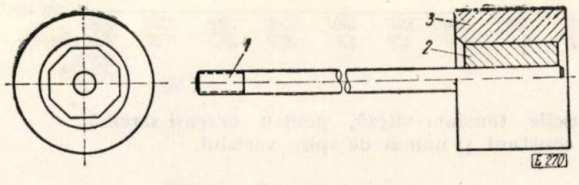


Fig. 11. Inductor rotor :

1 — ax ; *2* — bucșă octogonală ; — magnet permanent.

opt poli a căror polaritate alternează. Generatoarele cu rotorul inductor au avantaje constructive evidente, dar problema magnetizării rotoarelor multipolare, rezolvată recent în ICET*, nu a permis și executarea unor asemenea prototipuri.

În fig. 12 sînt date desenele la cele două tipuri de indus. Indusul, în ambele cazuri, este

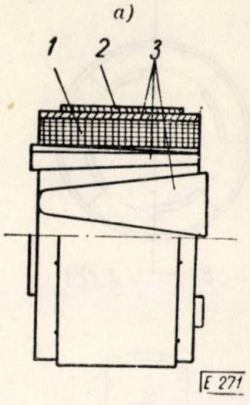
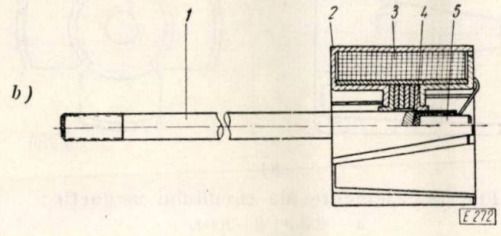


Fig. 12. Secțiuni și vederi ale celor două modele de indus :

a — stator ; *1* — bobină stator ; *2* — cilindru de prindere ; *3* — circuit magnetic stator ; *b* — rotor : *1* — ax ; *2* — circuit magnetic rotor ; *3* — ansamblu bobină ; *4* — izolație ; *5* — știft.



format dintr-o singură bobină cilindrică (fig. 13) care are un capăt la masa generatorului iar altul, izolat, este scos la bornă. (La tipul constructiv cu indusul rotor, tensiunea produsă în bobină este adusă la bornă prin intermediul unui contact alunecător). Circuitele magnetice care îmbrățișează bobinele se compun din cîte două piese de forma celor din fig. 14, asamblate prin intermediul unei brățări sau prin intermediul axului, după caz. Dinții acestor

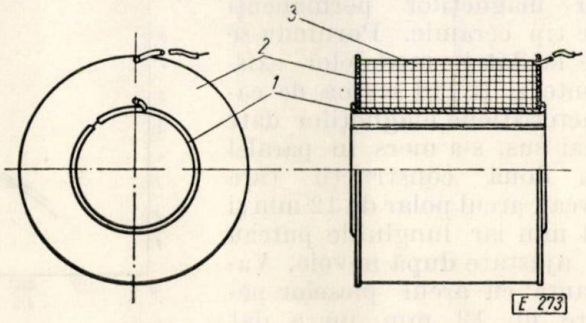


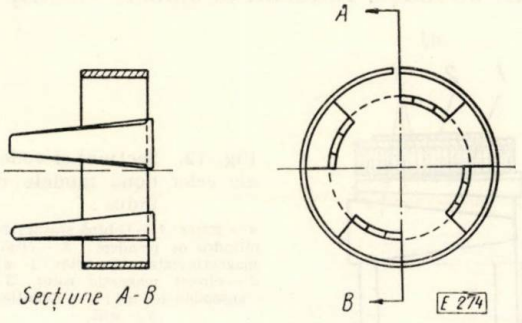
Fig. 13. Bobina indus a rotorului :

1 — cilindru suport din tablă și capete evazate ; *2* — suport lateral din prespan ; *3* — conductor.

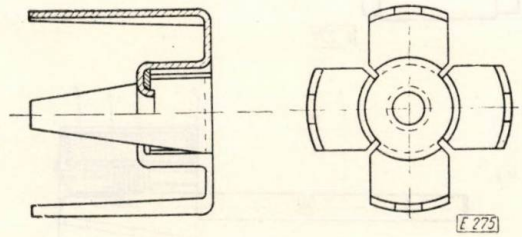
piese, corespunzători tălpilor polare, au forma trapezoidală și corespund ca poziție cu polii inductori. (Forma trapezoidală a tălpilor polare se deduce din condiția unei inducții constante

* Instalația de magnetizare a rotoarelor multipolare realizată la ICET va forma obiectul unui alt articol.

în piesă). Polaritatea magneților alternînd, cele 2 piese componente ale circuitului magnetic au mereu polarități opuse și liniile de cîmp magnetic se închid de la un pol la altul, îmbră-



a)



b)

Fig. 14. Elemente ale circuitului magnetic: *a* — stator; *b* — rotor.

țișînd bobina. Acest lucru întregește lămuririle referitoare la calculul prealabil al numărului de spire.

Avantajele generatoarelor multipolare fiind arătate, toate prototipurile executate în ICET pentru studiu sînt cu opt poli.

În cercetările efectuate pentru găsirea unei soluții optime, primele tatonări au avut ca scop să stabilească mărimea fluxului, deci a dimensiunilor magneților permanenți de tip ceramic. Pornindu-se de la datele modelelor existente și ținînd seama de caracteristicile magneților date mai sus, s-a mers în paralel cu două construcții care aveau arcul polar de 12 mm și 14 mm iar lungimile puteau fi ajustate după nevoie. Varianta cu arcul pieselor polare de 12 mm nu a dat rezultate satisfăcătoare, iar celeilalte i s-a stabilit lungimea de 27 mm.

Determinînd dimensiunile magneților și ținînd seama de considerentele teoretice prin încercări s-a stabilit numărul optim de spire la 275. Din întreaga familie care s-a ridicat pentru găsirea soluției optime, în fig. 15 sînt date numai trei curbe. Comparînd curbele tensiune-turație ale prototipului tip ICET cu un model german și un model sovietic, reiese că rezultatele obținute de noi sînt foarte bune. Astfel, cum se poate vedea în fig. 16, panta în origine este ca și la generatorul german, aproximativ 0,725 Vh/km. Cît privește alura curbei este avantajoasă celorlalte: între 1 000 rot/min (4,15 km/h) și 2 250 rot/min (9,35 km/h) tensiunea variază de la 3 la 5 V, ca de la 2 250 rot/min (9,35 km/h) la 4 500 rot/min (18,70 km/h) tensiunea să crească abia la 6 V. În același timp, modelul german, la 2 750 rot/min (11,40 km/h) depășește 6 V și la 4 500 rot/min (18,70 km/h) ajunge la 7 V, tinzînd spre 8 V la peste 6 000 rot/min (24,90 km/h).

Pentru aceeași sarcină, modelul sovietic (cu caracteristici conform GOST 7398—55) are o pantă de aproximativ 0,5 $\frac{Vh}{km}$ și atinge tensiunea de 5 V la o turație de peste 3 000 rot/min (10,20 km/h), ca la 4 000 rot/min (13,60 km/h) să depășească 6 V, iar la 5 000 rot/min (17 km/h) depășește 7 V. (Generatorul sovieti care rotița de antrenare cu diametrul de 18 mm și 6 poli, Al—Ni pe rotor, necesitînd un bec special echivalent unei rezistențe de 16,9 Ω nu de 12 Ω cum s-a utilizat la ridicarea curbelor din fig. 16).

Sub aspectul constructiv, generatorul cu indusul rotor are o tehnologie mai pretențioasă, necesitînd mai multe operațiuni. În afara acestor dezavantaje, din cauza contactului glisant, el prezintă și o nesiguranță în exploatare. În cazul adoptării modelului cu rotorul bobinat, înlocuirea conductorului de cupru cu aluminiu este avantajoasă nu numai din punctul de vedere economic, ci și mecanic,

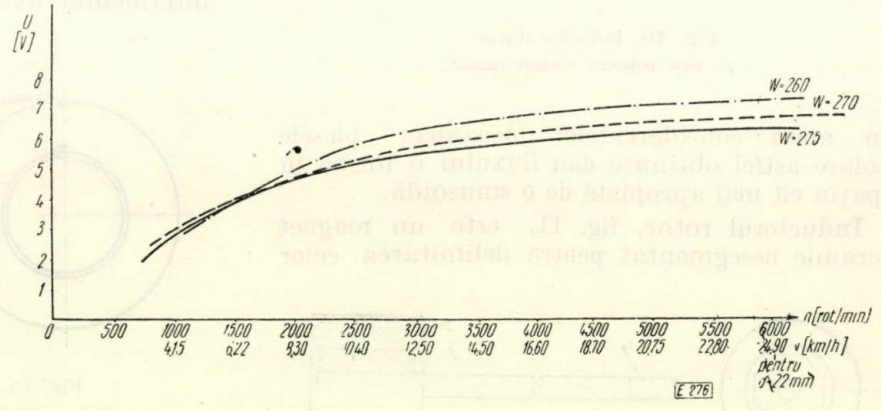


Fig. 15. Caracteristicile tensiune-viteză, pentru aceeași sarcină, la flux constant și număr de spire variabil.

prelungind durata de viață a lagărului, mai ales la modelele cu carcasa ambutisată. (Bătăile datorită neechilibrării și forțele care se nasc la trepidațiile bicicletei sînt mai mici).

Experiențele efectuate pe prototipuri au arătat că la executarea circuitelor magnetice

nu se poate folosi tabla de oțel obișnuită deoarece apar curenți turbionari care scad foarte mult randamentul, putînd duce, în cazul vitezelor mari, la patinarea rotiței de antrenare pe roata bicicletei. (Frecvențele de magnetizare depășesc 400 Hz la o viteză a bicicletei

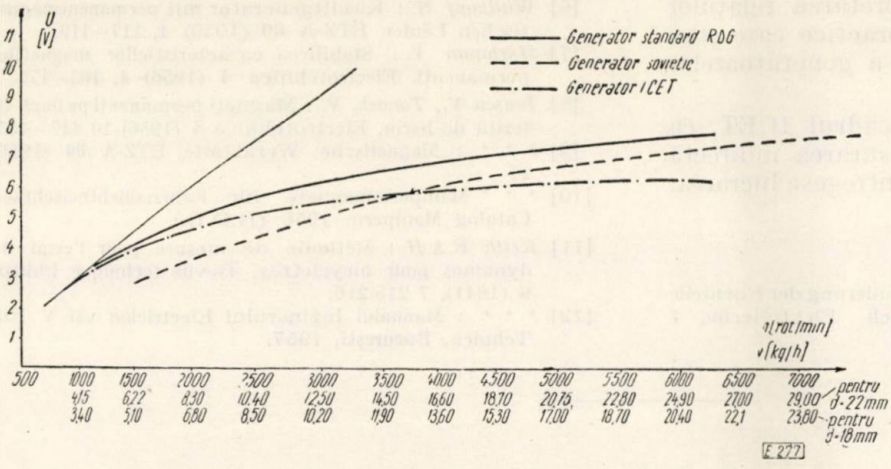


Fig. 16. Caracteristicile tensiune-viteză pentru aceeași sarcină, la trei modele de generatoare.

de 25 km/h, pentru o rotiță cu diametrul de 22 mm). De aceea, și pentru a avea o prelucrare posibilă cerințelor tehnologice respective, este recomandabil să se utilizeze la circuitele magnetice tabla de dinam slab aliată (unele generatoare de proveniență sovietică și altele tip Philips au circuitele magnetice principale formate din pachete de tole silicioase) [3].

Se recomandă ca cilindrul de tablă al bobinei rotorice (pentru micșorarea inducției în acea porțiune) să fie făcut tot din tablă slab aliată, roluită, lăsînd un întrefier în lungul generatoarei; altfel, fiind concentric cu bobina, el formează o spiră în scurtcircuit.

Cilindrul suport al magneților statorici se face din tablă slab aliată de 0,5 mm. Îmbinarea acestui cilindru nu trebuie să se facă după o generatoare, ci într-un mod diferit, pentru a nu produce o disimetrie a fluxului cînd îmbinarea nu este la mijlocul unui pol (fig. 10).

5. Modul de ridicare a caracteristicilor generatoarelor de bicicletă

În practică, generatorul nu este încărcat cu o rezistență constantă ci cu o lampă a cărei rezistență variază foarte sensibil cu temperatura filamentului, deci cu tensiunea la borne. De aceea s-a și studiat relația între tensiunea la borne și turația pentru o lampă dată. Cum caracteristica este foarte sensibilă la variația sarcinii, trebuie ca instrumentele să nu modifice sarcina generatorului și să nu reclame nici o putere.

Tensiunea furnizată nefiind sinusoidală, va trebui măsurată într-un fel oarecare valoarea ei eficace. În cele ce urmează vom da o metodă care înlătură dificultățile ridicate la măsurarea tensiunii și puterii generatoarelor de bicicletă [11] cu aparate industriale obișnuite.

Lampa L care constituie sarcina generatorului este succesiv conectată la generatorul G și la bateria de acumulatoare B, prin intermediul unui reostat R, fig. 17. Reglînd rezistența din circuitul bateriei în așa fel ca lampa să furnizeze în cele două cazuri același flux luminos, se va obține aceeași tensiune eficace la bornele lămpii. Măsura tensiunii la borne este, deci, înlocuită printr-o măsură în curent continuu, foarte simplă și de mare precizie (teoria, ca și experiențele, [12], dovedesc că eroarea fluxului luminos măsurat prin alimentarea în curent continuu și a celui măsurat în curent alternativ la o frecvență mai mare de 50 Hz este neglijabilă).

Pentru a avea același flux luminos în cele două cazuri, lampa este introdusă într-o casetă C de formă arbitrară, cu o fantă în dreptul căreia se plasează o celulă fotoelectrică F (fig. 17) (pentru măsurători mai pretențioase se poate folosi în locul casetei o sferă integratoare [12]). Curentul celulei fotoelectrice, citit pe miliampermetru, măsoară indirect fluxul luminos. Măsurarea indirectă, în curent continuu, prin compararea fluxurilor luminoase, nu poate da erori mari chiar dacă sînt mici diferențe la miliampermetru, deoarece la o variație a ten-

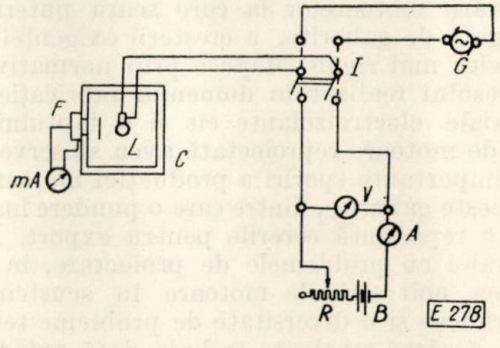


Fig. 17. Montaj pentru ridicarea caracteristicilor generatoarelor de bicicletă.

siunii avem o variație a fluxului de 3,5 ori mai mare. Este adevărat că metoda cere mai mult timp pentru ridicarea caracteristicilor, dar are avantajul unei precizii incontestabile.

6. Concluzii

Literatura de specialitate, destul de săracă în acest domeniu, s-a limitat numai la cazuri particulare şi nu indică căile pentru găsirea soluţiei dorite.

Articolul, prin conţinutul său, are tocmai scopul de a scoate din interpretarea relaţiilor date o serie de considerente practice care stau la baza dimensionării optime a generatoarelor de bicicletă.

Rezultatele cercetărilor în cadrul ICET, ca şi metoda indicată pentru măsurarea indirectă a tensiunii şi puterii debitate, întregesc lucrarea.

Bibliografie

[1] *Holland-Moritz H.* : Zur Dimensionierung der Eisenteile von Dauermagnetkreisen. Dtsch. Elektrotechn. 7 (1953) 9, 437—439.

[2] *Ženišek L.* : Maşini electrice speciale (trad. din limba cehă) Ed. Tehn. Bucureşti 1959.

[3] *Hazeu G.A.H., Kick M.* : Un alternateur d'eclairage de velo à tension constante. Revue technique Philips, 3 (1938), 3, 88—91.

[4] * * * : TGL 5564 (oct. 1958). Fahrrad Lichtmaschinen.

[5] * * * : GOST 7398-1957. Gheneratorî electriceschie dlia velosipedov.

[6] *Wullkopf H.* : Kleinttgenerator mit permanentmagnetischen Läufer. ETZ-A **80** (1959) 4, 117—119.

[7] *Hortopan V.* : Stabilirea caracteristicilor magneţilor permanenţi. Electrotehnica 4 (1956) 4, 163—171.

[8] *Ivaşcu V., Tanach, V.* : Magneţi permanenţi pe bază de ferită de bariu, Electrotehnica 4 (1956) 10 447—455.

[9] * * * : Magnetische Werkstoffe, ETZ-A **80** (1959) 17.

[10] * * * Manipermmagnete für Fahrradlichtmaschinen Catalog Maniperm 1956 (R.D.G.).

[11] *Keith E.A.H.* : Méthode de mesure pour l'essai de dynamos pour bicyclettes. Revue technique Philips **6** (1941), 7 215-216.

[12] * * * : Manualul Inginerului Electrician vol V Ed. Tehnică, Bucureşti, 1957.

Probleme tehnologice ale noii serii de motoare asincrone în scurtcircuit din gabaritele 8—9

David Rabinovici* – Bucureşti

Motoarele asincrone în scurtcircuit din noua serie, comparabile cu produse similare străine, prezintă un interes deosebit. În lucrare sînt expuse unele probleme tehnologice legate de asimilarea în fabricaţie a acestor motoare.

CZ 621.313.333.2.002.2

Asimilarea în fabricaţie, la fabrica de maşini electrice „Klement Gottwald" din Bucureşti, a seriei unitare de motoare asincrone în scurtcircuit a devenit o necesitate ca urmare a obligaţiilor de respectare a normelor C.E.I. (Comisia Electrotehnică Internaţională) şi C.A.E.R. (Comisia pentru Ajutor Economic Reciproc), ultima dînd indicaţii în vederea elaborării motoarelor la care scara puterii să fie legată de gabarite, a creşterii exigenţei şi a clauzelor mai rigide impuse prin normative, a progresului realizat în domeniul fabricaţiei de materiale electroizolante cît şi a faptului că seria de motoare reproiectată avea să servească unei importante sporiri a producţiei motoarelor din aceste gabarite, dintre care o pondere însemnată o reprezintă cererile pentru export.

Paralel cu problemele de proiectare, în asimilarea noii serii de motoare în scurtcircuit s-au ridicat şi o diversitate de probleme tehnologice a căror rezolvare trebuia dată avîndu-se în vedere condiţiile fabricaţiei, perspectiva măririi seriilor de motoare în uzinare cît şi asigurarea respectării condiţiilor de calitate şi aspect. Unele probleme tehnologice au făcut obiectul unor studii tehnico-economice mai amănunţite în vederea elaborării variantei tehnologice optime.

Ing. *Rabinovici D.* este tehnolog şef adjunct la fabrica de maşini electrice „Klement Gottwald" – Bucureşti.

1. Stanţarea tolelor stator-rotor

Luînd în consideraţie gabaritele tolelor, din analizele tehnico-economice efectuate au reeşit trei variante tehnologice îmbunătăţite de ştanţare a tolelor (fig. 1) a căror comparaţie şi alegere sînt în mare măsură influenţate şi de volumul fabricaţiei.

Variantele amintite sînt analizate în cele ce urmează. În toate cazurile stanţarea tolei se face din pătrat.

A. Varianta tehnologică de ştanţare simplă, în pas, a elementelor tolelor

Problema în general caracteristică stanţării în pas a ancoşelor stator-rotor, aceia de asigurare a exactităţii ştanţării ancoşelor a fost în mare măsură rezolvată prin introducerea semnului de antrenare la tole rotor, care asigură ghidarea unghiulară şi fără joc a tolei în timpul ştanţării ancoşelor.

Semnul de antrenare – două găuri diametral opuse special prevăzute, sau în cazul rotorilor cu găuri de ventilaţie două dintre acestea — s-a dovedit a fi deosebit de util scopului pentru

care a fost creat, asigurînd o ştanţare şi împachetare mult mai bună a tolelor, respectiv o influenţă pozitivă asupra calităţii maşinii, deşi pectivă asupra finisării pragurilor la carcasă [2]. Stanţa prevăzută pentru decuparea diametrului exterior şi interior a tolei stator (fig. 2)

Operaţia	A. Varianta tehnologică de ştanţare simplă, în pas, a elementelor tolelor	
1	Stanţare : centru, nut pană şi semn de antrenare	
2*	Stanţare : semn de împachetare	
3	Stanţare : ancoşe stator	
4	Decupare : diametru exterior tolă stator, rotor din stator şi găuri de ventilaţie	
5	Ştanţare ancoşe rotor	

* Stanţarea semnului de împachetare într-o operaţie distinctă la tolele motoarelor din gabaritele 8—9 se face în scopul reducerii gabaritelor matriţei pentru operaţia I-a. Pentru tolele motoarelor de gab.rite mici operaţia 2 se comasează cu operaţia 1 pe aceeaşi stanţă.

Operaţia	B. Varianta tehnologică de ştanţare simultană a elementelor tolelor	
1	Stanţare : centru, ancoşe stator şi semn de împachetare	
2	Decupare : diametru exterior tolă stator, rotor din stator şi găuri de ventilaţie	
3	Stanţare : ancoşe rotor şi nut pană.	

Operaţia	C. Varianta tehnologică de ştanţare combinată a elementelor tolelor	
1	Stanţare simultană : centru, semn de împachetare, ancoşe stator.	
2	Decupare : diametru exterior tolă stator, rotor din stator, găuri de ventilaţie (semn de antrenare), nut pană.	
3	Stanţare simplă : ancoşe rotor.	

Fig. 1. Variante tehnologice de ştanţare a tolelor stator rotor

în unele cazuri condiţiile în care se face ştanţarea nu sînt cele mai favorabile datorită uzurii excesive a unor prese de tip revolver existente în întreprindere.

Introducerea ştanţării simultane a diametrelor exterior şi interior a tolei stator (operaţia 4), deşi operaţie necaracteristică ştanţării clasice în pas, a determinat sporirea preciziei concentricităţii pachetului stator după diametrele exterior şi interior, cu influenţa resteste extinsă şi la celelalte variante de ştanţare a tolelor.

Această variantă tehnologică de ştanţare, deşi cu măsurile enunţate mai sus asigură calitatea necesară tolelor, îşi pierde totuşi avantajele de utilizare a ştanţelor simple în execuţie şi exploatare, o dată cu sporirea mai însemnată a volumului producţiei, datorită consumului mărit de manoperă şi a numărului de prese ocupate.

B. Varianta tehnologică de stanțare simultană a elementelor tolelor.

Stanțarea simultană a elementelor tolelor cu matrițe bloc, pentru motoarele din gabaritele 8 și 9 și la volumul actual de producție reprezintă desigur, din punct de vedere economic, o soluție tehnologică discutabilă. Dacă la motoarele din gabaritele mici unde construcția matrițelor, tonajul de siguranță a preselor cît și volumul producției impun adoptarea ștanțării simultane a elementelor tolei și reclamă utilizarea de ștanțe bloc complexe (ștanțe din segmenți, etajate) [3], la fabricația motoarelor din gabaritele 8 și 9 adoptarea acestor procese tehnologice este îngreunată și devine în unele cazuri neeconomică. Aci trebuie avută în vedere durabilitatea încă relativ redusă a ștanțelor în exploatare, în medie $3{,}6 \cdot 10^5$ ștanțări pentru o matriță bloc și $2{,}5 \cdot 10^5$ pentru o matriță de ancoșe, cît și faptul că deși volumul de producție al acestor motoare a crescut simțitor, totuși nu este încă prea mare și este divizat în mai multe

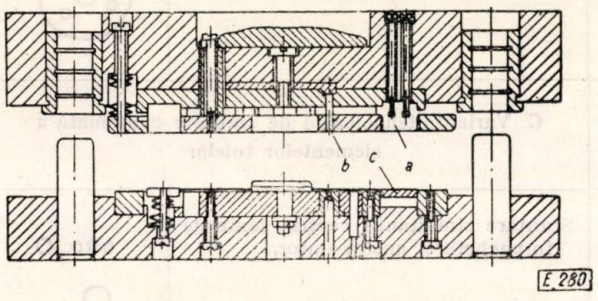


Fig. 2. Stanță pentru decuparea simultană a diametrului exterior și interior a tolei stator și a găurilor de ventilație: *a* — poanson pentru decuparea diametrelor; *b* — poanson pentru ștanțarea găurilor de ventilație; *c* — placa aruncătoare.

tipuri de dimensiuni după gabarite și puteri, ceea ce face să scadă volumul seriei de tole de același tip în lucru.

Utilizarea în cadrul acestei variante a unei ștanțe simultane la operația 1 se justifică prin aceea că se obține comasarea decupării centrului, a ancoșelor stator și a semnului de împachetare, ceea ce în cadrul variantei anterioare se făcea în trei operații distincte, și are ca efect reducerea numărului de prese ocupate cu aceste ștanțări, a consumului de manoperă, cît și a valorii costurilor matrițelor afectate acestor operații. Analizînd aceste variante, în baza experienței acumulate la Întreprinderea Klement Gottwald, rezultă că pentru stanțarea tolelor motoarelor din gabaritul 9, la volumul producției anului în curs se realizează o reducere a costurilor matrițelor necesare stanțării cu 14,8%. În cadrul stanțării cu matrițe cu acționare simultană (operația I — din varianta B) în comparație cu stanțarea simplă, în pas (primele 3 operații din varianta a), unde aceleași decupări se realizează în trei operații dispersate, în plus se economisește la un volum de circa 800 000 tole/an aproximativ 2 800 ore/an (fig. 3).

Introducerea stanțelor cu acționare simultană cu placă extractoare (fig. 4) pentru decuparea centrului, ancoșelor stator și a semnu-

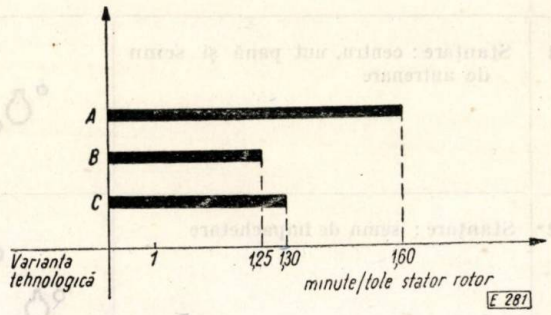


Fig. 3. Consumul de manoperă necesară pentru ștanțarea tolelor rotor-stator.

lui de împachetare a dus la o oarecare simplificare a acestora, prin aceea că se exclude necesitatea resoartelor, aruncătoarelor, părților glisante etc. Utilizarea acestora din urmă se justifică în cazul ștanțelor complexe care permit o concentrare și mai mare a elementelor tolelor ce se ștanțează simultan și care sînt proprii producției motoarelor din gabaritele pînă la 5—6 a căror volum de fabricație este considerabil mai mare, (producția motoarelor din gabaritele 8—10 reprezintă cca 5% din volumul total de fabricație a motoarelor în scurtcircuit din țară) și unde forța de ștanțare este sub tonajul de siguranță a preselor mai frecvente în dotarea întreprinderilor.

Utilizarea stanțelor cu acționare simultană la operația 3 nu se justifică, deoarece decupării este supus un singur element al tolei — ancoșele rotor — dacă avem în vedere că introducerea semnului de antrenare asigură precizia de

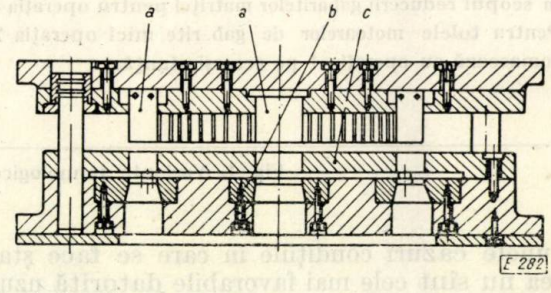


Fig. 4. Stanță cu acționare simultană cu placă extractoare pentru decupare centru, semn de împachetare și ancoșe stator: *a* — poansoane; *b* — plăcile de matrițare; *c* — placa extractoare.

ștanțare și deci decuparea nutului de pană se poate face la una din operațiile anterioare. Acest punct de vedere a dus la elaborarea celei de a treia variante de ștanțare — varianta C,

C. Varianta tehnologică de stanțare combinată a elementelor tolelor.

În cadrul acestei variante tehnologice avem o combinare a ștanțării simultane a elementelor tolelor în cadrul operației 1, care este identică cu operația 1 din varianta B și a stanțării simple, în pas a ancoșelor rotor în cadrul operației 3 care este identică cu operația 5 din varianta A.

Spre deosebire de variantele anterioare, aci în cadrul operației de decupare a diametrelor tolei stator-rotor, se decupează simultan nutul de pană și semnul de antrenare sau găurile de ventilație în cazul motoarelor cu rotorul ventilat, urmînd ca acestea să joace rolul semnului de antrenare.

Din punct de vedere economic nici una din operațiile de stanțare a ancoșelor rotor după varianta B sau C nu prezintă avantaje evidente la nivelul condițiilor actuale de fabricație. În cazul stanțării în pas a ancoșelor rotor cu matrițe de ancoșe (operația 3 varianta C) se realizează o reducere a costului matrițelor necesare cu 8% față de ștanțarea acestora cu matrițe cu acționări simultane (operația 3 varianta B). Avantajul realizat la costurile matrițelor în favoarea stanțării simple se diminuează prin aceea că la același volum al producției utilizarea ștanțelor cu acționare simultană aduce o economie de 400 ore/an (fig. 3). În acest caz la alegerea variantei de ștanțare trebuie avute în vedere complexitatea problemelor tehnice ce se pun. În favoarea utilizării matrițelor simple de ancoșat, pentru stanțarea ancoșelor rotor, mai intervine și echipamentul de scule mai simplu, mai ușor și mai ieftin în execuție, exploatare și întreținere, nesiguranța în exploatarea ștanțelor cu acționare simultană în cazul utilizării preselor de mare tonaj uzate etc.

Permanentizarea ștanțării în pas a ancoșelor rotor impune dotarea întreprinderii cu prese de tip revolver care să asigure o frecvență mare de bătăi pe minut, o precizie corespunzătoare în funcționare și o încărcare și descărcare mecanizată a tolei. Precizia de ștanțare a crestăturei poate fi în acest caz asigurată, în condițiile utilizării de mașini corespunzătoare, prin intermediul semnelor de antrenare.

Varianta tehnologică A rămîne utilă atît în condițiile unei serii relativ mici de produse cît și în vederea scurtării ciclului de pregătire a punerii în fabricație a unei noi variante sau serii de motoare.

O problemă indirect legată de ștanțarea tolelor, dar care merită a fi reținută o constituie coeficientul redus de utilizare a tablei silicioase care în condițiile livrării în foi de 1000 × 2000 conform STAS 5746-57 este pentru motoarele din gabaritul 8 de 0,80 iar pentru gabaritul 9 de 0,865. Situația este mult mai dezavantajoasă pentru formatul 750 × 1500 unde coeficientul de utilizare se reduce la 0,426 pentru gabaritul 8 și 0,578 pentru gabaritul 9.

Se impune ca în urma unei analize corespunzătoare pentru întreaga serie unitară de motoare să se revizuiască și să se introducă modificările corespunzătoare în STAS în scopul îmbunătățirii simțitoare a coeficientului de utilizare a tablei silicioase.

2. Izolarea tolelor

Din varietatea de procedee cunoscute, la întreprinderea „Klement Gottwald" se utilizează izolarea tolelor prin lăcuire cu lac 202. În acest scop în fabrică s-a realizat o instalație de lăcuit tole prevăzută cu cilindri pentru lăcuire și cuptor tunel cu rezistențe pentru uscare, ambele așezate în serie și deservite de un transportor mecanic.

La seria nouă de motoare a fost verificată lăcuirea tolelor pe o singură parte. Respectiv lăcuirea tablei silicioase tăiată în pătrate, urmînd ca debavurarea să fie făcută după ștanțare, pe partea opusă celei lăcuite.

Respectarea cu strictețe a sensului de ștanțare, impusă și ușurată de această metodă pentru a fi realizată, influențează în mod pozitiv o serie de elemente tehnologice ulterioare ștanțării. În urma încercărilor efectuate s-a obținut o creștere a factorului de împachetare a miezului magnetic, ceea ce a condus la o scădere a temperaturii de încălzire a mașinilor în medie cu 8°C.

Procesul tehnologic de izolare a tolelor pe o singură parte, la instalația existentă, implică o serie de greutăți de ordin tehnologic.

Avantajele pe care le prezintă tehnologia lăcuirii tolelor pe o singură parte înaintea ștanțării au impus studierea și proiectarea în cadrul întreprinderii a unei instalații pentru debitarea și lăcuirea tablei silicioase.

3. Impachetarea miezurilor magnetice și turnarea coliviei rotorice

Față de construcția actuală, împachetarea și ridizarea pachetelor stator nu prezintă probleme noi față de cele general cunoscute și utilizate și la vechile serii de motoare.

Turnarea coliviei rotorice a ridicat probleme noi atît în ceea ce privește împachetarea tolelor cît și însuși procesul de turnare.

Împachetarea cu ușurință și corectă a tolelor rotor cît și depresarea cu ușurință a dornului de împachetare după turnarea coliviei rotorice, depresare ce se face în sens invers ștanțării tolelor, au fost soluționate prin adoptarea de dornuri demontabile de presare (fig. 5 *c*) în locul celor fixe (fig. 5, *a* și *b*).

Dornurile de împachetare fixe, realizate în două tipuri constructive prezintă dezavantaje importante. Construcția după figura 5, *a* a

dornurilor fixe pe lîngă dezavantajul ce-l prezintă în ceea ce privește necesitatea unei forțe relativ mari la depresare, reprezintă un pericol de gripare în cazul pătrunderii în timpul turnării a aluminiului în gaura de ax a rotorului, fapt ce poate avea loc datorită unei etanșeități necorespunzătoare a pachetului de tole în cochilă. Forța relativ mare necesară pentru depresarea dornului se datorește și faptului că direcția depresării este inversă sensului de ștanțare a tolelor. Modificarea acestei construcții prin introducerea de umeri nefrezați pe anumite lungimi la extremitățile porțiunii de împachetare a dornurilor fixe, construcția după figura 5, *b*, reduce în mod simțitor cazurile în care aluminiul topit pătrunde în gaura de ax, dar cînd acest fenomen are totuși loc extragerea dornului devine practic aproape imposibilă fără deteriorarea pachetului rotor. În plus această construcție sporește forța necesară pentru depresarea dornului. Construcția după figura 5, *c*, avînd umeri nefrezați la extremitățile porțiunii de împachetare a dornurilor, acestea pot fi depresate și în cazul pătrunderii aluminiului în gaura de ax, datorită construcției lor demontabile. De asemenea construcția demontabilă a dornurilor ușurează depresarea lor prin reducerea lungimii de depresare într-un sens. Forma constructivă a planului de separație a celor două părți ale dornului demontabil, deși mai greoaie în execuție, asigură o centrare corespunzătoare a acestora respectiv o gaură de ax corespunzătoare a rotorului.

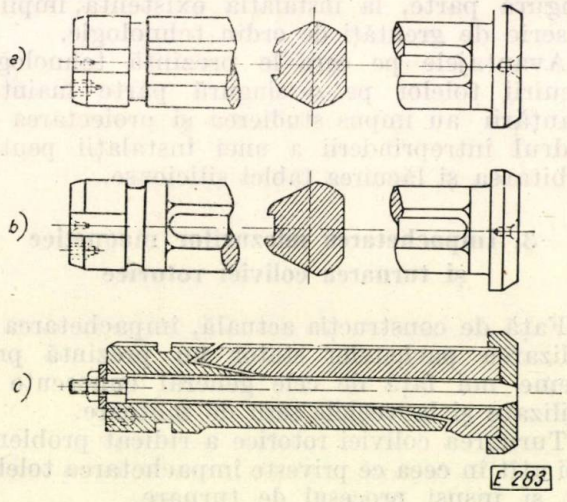


Fig. 5. Dornuri de împachetare a tolelor rotor :
a — dorn fix cu frezarea profilului pe toată lungimea de împachetare ; *b* — dorn fix cu umeri nefrezați la extremitățile porțiunii de împachetare ; *c* — dorn demontabil cu umeri nefrezați la extremitățile porțiunii de împachetare.

Puntea îngustă între gaura de ventilație și fundul crestăturii tolei, la unele mașini fiind de 8 mm, impune o compactitate deosebită a pachetului de tole, cît și măsuri speciale de asigurare a etanșeității între flanșele de presare a pachetului de tole, tolele marginale și umerii respectivi de așezare ai cochilei, cît și modificarea constructivă a cochilei care în acest caz apasă asupra flanșelor de presare și nu direct asupra tolelor marginale ceea ce spo-

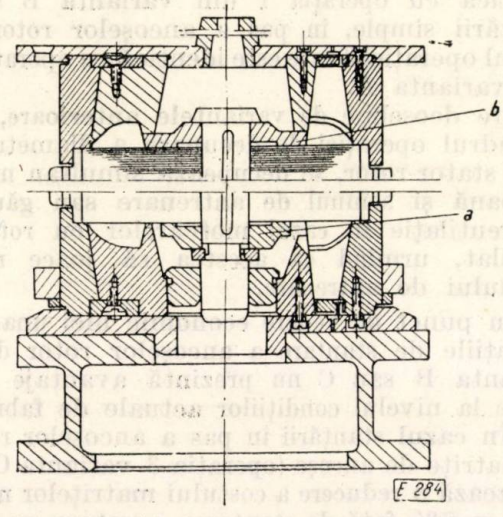


Fig. 6. Cochilă pentru turnare centrifugală a coliviei rotorice :
a — etanșarea direct pe tola de capăt ; *b* — etanșarea prin intermediul discului de presare.

rește posibilitatea pătrunderii aluminiului în găurile de ventilație sau gaura de ax (fig. 6).

Lipsa în dotare cu mașini de turnat sub presiune a coliviei rotorice la motoarele din gabaritele peste 7, impune turnarea lor centrifugală.

Crestătura îngustă față de pachetele lungi, rigozitatea interiorului crestăturii, forța centrifugă, diferența de temperatură dintre aluminiul topit și pachetul preîncălzit, etc. constituie elemente care îngreuiază curgerea aluminiului în crestătură și duc la solidificarea barelor de scurtcircuitare înainte ca acestea să fi umplut în mod corespunzător crestătura. Acest fenomen impune turnarea combinată a coliviilor de aluminiu, respectiv turnarea statică sau cu o viteză de rotație redusă, umplerea hidrostatică a cochilei cu aluminiu topit și punerea în mișcare la viteza de regim de lucru a instalației centrifugale în momentul terminării turnării, respectiv în momentul umplerii cochilei cu Al.

Utilizarea acestui procedeu reclamă o atenție mărită a procesului de turnare, un timp minim de turnare, respectarea cu strictețe a temperaturii de preîncălzire a elementelor cochilei, a pachetului de tole cît și a temperaturii de turnare a aluminiului. Pentru asigurarea unei turnări corespunzătoare, întregul sistem poate să atingă viteza de rotație a regimului de lucru după ce 2/3—3/4 din cochilă au fost umplute cu aluminiu topit. Adoptarea acestui procedeu de turnare a dat rezultate mulțumitoare la turnarea din aluminiu a coliviilor rotorice.

Condițiile în care se face turnarea coliviei rotorice cît și alte considerente de ordin tehnologic frînează momentan introducerea turnării coliviilor rotorice din aluminiu electrotehnic,

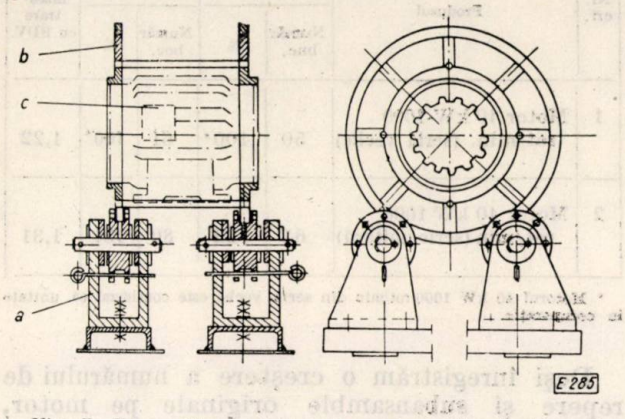


Fig. 7. Dispozitiv pentru rotirea statoarelor în timpul bobinării:
a — suport cu role; *b* — flanșă; *c* — subansamblu stator.

menținîndu-se adaosul de ferosiliciu ce se practică actualmente și care influențează în mod corespunzător asupra caracteristicilor motoarelor.

4. Bobinajul statoric

Condițiile impuse prin temă cît și realizările obținute în fabricația materialelor electroizolante au dus la utilizarea materialelor electroizolante de clasă E la seria unitară în locul clasei A pentru seria veche de motoare asincrone, au permis îmbunătățirea factorului de umplere a crestăturii, ceea ce a atras după sine diverse măsuri tehnologice care să asigure condițiile necesare bobinării acestor mașini la un nivel corespunzător de productivitate.

Bobinarea statorilor după presarea lor în carcasă a reclamat introducerea unor dispozitive de așezare care să asigure posibilitatea unei manipulări ușoare a carcasei în timpul bobinării. Dispozitivul creat în acest scop (fig. 7) permite rotirea cu ușurință a carcasei în jurul axei sale orizontale.

Asimilarea bobinajului grătar la motoarele protejate prezintă rezerve termico-economice însemnate pentru întreaga mașină și constituie unul din obiectivele imediate.

5. Finisarea

Urmărind aplicarea Directivelor Congresului al III-lea al P.M.R. în întreprindere s-a acordat atenția cuvenită finisării motoarelor. Ponderea cea mai mare în operațiile de finisare la motoarele din seria unitară o au acoperirile prin vopsire. În scopul realizării unui finisaj calitativ la un nivel superior de productivitate s-a adoptat procedeul de vopsire în două etape [2]:

a) finisajul pieselor, a cărui scop este în primul rînd de a asigura o acoperire de calitate a suprafețelor în condițiile unei productivități sporite.

b) finisajul produsului montat, a cărui scop principal este de a asigura aspectul exterior decorativ al produselor. Această etapă a finisării este, bineînțeles, strîns legată de prima.

Finisarea pieselor turnate este precedată de prelucrarea mecanică de curățire a suprafețelor neașchiate ale acestora prin sablare și polizare urmată de grunduire, ce protejează piesa în tot ciclul de fabricație.

Finisajul pieselor se realizează într-o instalație special amenajată (fig. 8) compusă din 2 cabine de vopsire, prevăzută cu perdea de apă și aer, 3 cuptoare tunel prevăzute cu becuri infraroșii luminoase, mase de lucru cu role prevăzute cu ridicătoare pneumatice și un conveier aerian.

Cabinele de vopsire și cuptoarele sînt amplasate în serie, în ordinea fluxului tehnologic și sînt deservite de un conveier care asigură transportul mecanizat continuu al pieselor pe toată durata ciclului de acoperire.

Ciclul complet de vopsire a unei piese se realizează în decursul efectuării de către piese a două ture pe conveier, după cum reiese din schema de principiu (fig. 8).

Capacitatea instalației este de 2,5 tone piese/oră.

Finisajul produsului montat este prevăzut a se executa tot la o instalație similară care să asigure condițiile corespunzătoare de lucru (fig. 10) și care este în curs de execuție. Instalația după datele de proiectare va avea un tact de 9 min/produs.

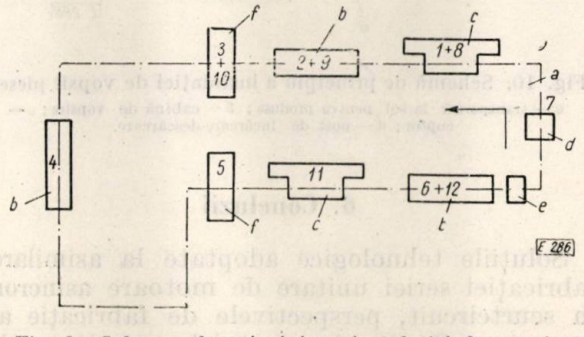


Fig. 8. Schema de principiu a instalației de vopsire și fluxul tehnologic de vopsire a pieselor:
a — conveier; *b* — cuptor; *c* — cabină de vopsire; *d* — post de încărcare; *e* — post de descărcare; *f* — banc de lucru.
Operații ce se execută în prima tură a pieselor pe transportor: *1* — grunduire; *2* — uscare grund; *3* — chit I; *4* — uscare chit I; *5* — șlefuire chit I + chit II; *6* — uscare chit II; *7* — șlefuire chit II.
Operații ce se execută în a doua tură a pieselor pe transportor: *8* — chit de stropit; *9* — uscare chit de stropit; *10* — șlefuire chit de stropit; *11* — email I; *12* — uscare email I.

Introducerea vopsirii pieselor înainte de montaj pe lîngă asigurarea unei acoperiri calitative a acestora, imprimă și o sporire a acurateței de lucru în atelierul de montaj, ceea ce la rîndul

ei influențează în mod pozitiv asupra factorilor de calitate al produselor.

Greutățile întîmpinate în introducerea curentă a acestui procedeu de lucru, sînt legate de

Fig. 9. Instalația de vopsit piese.

materiale de acoperire furnizate de întreprinderile producătoare.

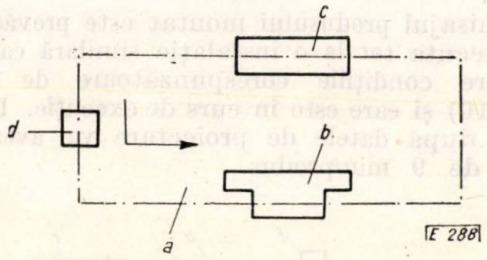


Fig. 10. Schemă de principiu a instalației de vopsit piese : *a* — transportor la sol pentru produse ; *b* — cabină de vopsire ; *c* — cuptor ; *d* — post de încărcare-descărcare.

6. Concluzii

Soluțiile tehnologice adoptate la asimilarea fabricației seriei unitare de motoare asincrone în scurtcircuit, perspectivele de fabricație ale acestei serii cît și avantajele rezultate din tipizarea construcției [4] au concurat la obținerea unor indici tehnologici superiori la noua serie de motoare în comparație cu seriile vechi în fabricație.

În cele ce urmează se face compararea cîtorva factori tehnologici de bază, luînd ca exemplu motorul de 40 kW la 1000 rot/min din vechea și noua serie, în vederea completării imaginei create asupra nivelului tehnologic de fabricație a noii serii de motoare în scurtcircuit.

Tabela 1

A. Coeficientul de înzestrare cu SDV-uri

Nr. crt.	Produsul	Repere și subansamble originale		Înzestr. cu SDV-uri		Coef. de înzestrare cu SDV.
		Număr buc.	%	Număr buc.	%	
1	Motor 40 kW-1000 rot/min. (seria veche)	50	100*	61	100*	1,22
2	Motor 40 kW 1000 rot/min (serie unitară)	61	122	80	131	1,31

* Motorul 40 kW 1000 rot/min din seria veche este considerat ca unitate în comparație.

Deși înregistrăm o creștere a numărului de repere și subansamble originale pe motor, totuși se remarcă o sporire mai mare a numărului de SDV-uri pe produs ceea ce face să crească în mod corespunzător și gradul de înzestrare de SDV-uri a produsului, fapt ce

Tabela 2

B. Consumul de manoperă

Nr. crt.	Specificul operației	Consum de manoperă în ore		Observații
		seria veche	seria unitară	
1	Turnătorie, tratament termic	8,03	44,73	36,60 ore/motor rezultă din integrarea în fabrică a tratării termice (recoacere) a carcasei și scuturilor
2	Debitare	4,53	4,45	—
3	Strungărie	14,99	15,50	—
4	Stanțare împachetare	37,80	37,85	—
5	Construcții metalice sudură	1,23	1,35	—
6	Bobinaj	23,56	21,45	—
7	Montaj	8,04	6,90	—
8	Acoperiri metalice	0,05	0,05	—
9	Finisaj — vopsire	10,90	18,15	un consum de 7 ore/motor provine din introducerea unor operații de polizare și ajustare a turnăturii, necesare îmbunătățirii aspectului produselor
	Total	109,13	150,34	43,60 ore/motor rezultă din introducerea de operații noi la seria unitară

are o influenţă corespunzătoare asupra ciclului de fabricaţie şi a consumului respectiv de manoperă. Din tabela 1 rezultă că gradul de înzestrare cu SDV-uri a crescut de la 1,22 la 1,31 la motoarele comparate.

Din consumul de manoperă la motorul de 40 kW-1000 rot/min din seria veche şi nouă, tabela 2, rezultă o creştere a consumului de manoperă cu 41,30 ore/motor la noua serie. Aceasta se datoreşte introducerii unor lucrări noi cît şi sporirii exigenţei faţă de finisajul produselor, ceea ce a impus introducerea unor serii întregi de operaţii ca sablare, polizare, grunduire, vopsiri intermediare care la vechile serii fie că nu se făceau de loc fie că se făceau în mai mică măsură. Din analiza tabelei 2 rezultă că prin introducerea turnării şi recoacerii în fabrică a carcasei şi scuturilor, ceea ce la seria veche a motorului de 40 kW-1000 rot/min se realiza prin intercooperare se consumă 36,60 ore/motor, iar consumul în plus a 7 ore/motor pentru operaţiile de ajustare şi finisare carcasă, scuturi etc. se datoreşte creşterii exigenţei faţă de aspectul produselor. Din însumarea acestor operaţii rezultă un surplus de consum de 43,60 ore/motor faţă de diferenţa consumului total de 41,30 ore/motor, ceea ce în finală reprezintă în fond o scădere a consumului de manoperă cu 2,45 ore/motor adică cu 2,30% (drept 100% este considerată manopera motorului de 40 kW-1000 rot/min din vechea serie). Îmbunătăţirea evidentă a parametrilor tehnici ai motoarelor din noua serie, a aspectului lor, cît şi introducerea de noi operaţii ce se execută în fabrică şi menţinerea cu toate acestea a unui consum de manoperă sub nivelul motoarelor asincrone din vechea serie, indică creşterea nivelului tehnologic de fabricaţie a seriei unitare de motoare asincrone în scurtcircuit.

Din tabela 3 rezultă o reducere a consumului la materialele de bază la motorul din seria nouă cu 12,87% la tablă silicioasă, 5,45% la cupru şi 6,92% la bare laminate, în comparaţie cu motorul din seria veche.

Pentru întregul motor de 40 kW-la 1000 rot/min înregistrăm la motorul din seria unitară o reducere a greutăţii netto cu 60 kg ceea ce reprezintă 14% faţă de motorul din seria veche.

Creşterea coeficientului de înzestrare cu SDV-uri, reducerea consumului de manoperă deşi în proporţie de numai 2,24% cît şi economiile

Tabela 3

C. **Consumul de materiale**

Nr. crt.	Denumirea		Consum în kg		
			Tablă silicioasă	Cupru	Laminate
1	Motor 40 kW-1000 rot/min seria veche		281,951	31,300	49,715
2	Motor 40 kW-1000 rot/min seria unitară		245,748	29,596	46,278
3	Economii *	în kg	36,203	1,704	3,437
		în %	12,87	5,45	6,92

* În calculul economiilor drept 100% a fost considerat motorul de 40 kW cu 1000 rot/min din seria veche.

de consum specific la materialele de bază duc la concluzia justă asupra îmbunătăţirii tehnologicităţii cît şi a nivelului de fabricaţie a motoarelor în scurtcircuit din seria unitară, în comparaţie cu seria veche.

*

Deşi problemele tehnologice menite să ducă la continua modernizare şi perfecţionare a fabricaţiei motoarelor electrice asincrone în scurtcircuit din noua serie sînt departe de a fi epuizate, domeniul lor fiind acum mai precis şi mai profund conturat, urmînd să le acordăm şi pe viitor întreaga atenţie, rezultatele pozitive înregistrate pînă în prezent sînt concretizate prin asimilarea în fabricaţie a unei bune părţi din aceste motoare, restul urmînd a fi puse în fabricaţie în viitorul apropiat, ale căror performanţe sînt comparabile cu cele ale motoarelor similare străine.

Bibliografie

[1] Directivele celui de al III-lea Congres al P.M.R.

[2] *Crişan I*: Asupra nivelului actual al tehnologiei de fabricaţie a motoarelor electrice asincrone, Electrotehnica *6* (1958) 3, 42—60.

[3] *Bugeanu P*: Probleme tehnologice noi în fabricaţia viitoarei serii unitare de motoare asincrone., Partea I, Electrotehnica *7* (1959) 4, 115—125 şi partea a II-a Electrotehnica 7 (1959) 6, 195—214.

[4] *Berbereanu Al*: Probleme de proiectare în elaborarea noii serii unitare de motoare electrice asincrone. Electrotehnica *9* (1961) 7.

Documentare

621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.362.013.2

Autoexcitarea maşinilor trifazate derivaţie cu colector, alimentate prin rotor. După : V. Corlăţeanu, Gh. Şerban, M. Vasilciuc şi I. Bergman, Bul. Inst. Politehnic-Iaşi, **VI(IX)** (1960), fasc. 1—2, 231—238, 8 fig., 5 ref. bibl.

În lucrare se analizează posibilităţile de amorsare a maşinii derivaţie trifazate cu colector la : funcţionarea ca generator asincron ; la autoexcitarea în funcţionarea ca motor cu producerea de curent continuu în circuitul secundar, cînd scade tensiunea de alimentare ; la autoexcitarea cu producerea de curent continuu în circuitul secundar, cînd maşina este antrenată fără ca înfăşurarea primară să fie alimentată şi la autoexcitarea ca generator de curent alternativ folosind legarea de condensatoare în paralel cu înfăşurarea primară. După o serie de consideraţii generale şi o analiză a posibilităţilor de excitare, se prezintă încercările experimentale efectuate, precum şi curbele reprezentative. Se constată posibilitatea folosirii maşinii ca generator asincron independent excitat prin condensatoare, cu scopul de frînare dinamică ; de asemenea, se menţionează că funcţionarea într-o instalaţie energetică în condiţiile de amorsare menţionate nu este justificată.

P. B.

621.314.2 *Transformatoare*

CZ 621.314.2 : 621.313.3,004.5

Metode şi utilaje pentru încercarea în exploatare a transformatoarelor şi motoarelor. După : Şt. Grosu, Energetica **8** (1960) 4, 168—172, 1 tabelă, 2 fig. 7 ref. bibl.

Încercarea utilajului pe bancul de probă al uzinei constructoare este absolut obligatorie ; ea însă trebuie să fie urmată de încercarea în exploatare pentru a scoate la iveală anumite defecte care s-ar putea produce. În articolul de faţă autorul după ce justifică necesitatea încercărilor profilactice ca măsură tehnico-organizatorică recomandabilă analizează modul de încercare a transformatoarelor potrivit normelor străine şi româneşti. Se descrie modul de realizare a utilajului necesar pentru încercarea cu tensiune indusă (alimentarea cu un grup de 150 Hz sau a unui grup obişnuit antrenat la turaţie triplă), de asemenea, se determină caracteristicile necesare ale grupului motor de antrenare-generator asincron de frecvenţă mărită pe care autorul îl recomandă la obţinerea unei frecvenţe ridicate. Pe baza calculelor şi a experienţei se indică într-un tablou sintetic pentru diferite frecvenţe şi tensiuni de încercare, puterile standard ale motoarelor asincrone şi generatoarelor corespunzătoare necesare la alcătuirea grupurilor ; se face de asemenea o analiză a parametrilor (viteza de antrenare, putere, cuplu etc) şi a limitelor de variaţie a acestora.

În continuare se arată modul de reglare a tensiunii prin regulator de inducţie de la generator de 50 Hz cu tensiune variabilă, de la autotransformator reglabil sau utilizînd soluţia de improvizaţii. Este necesar ca atunci cînd ambele înfăşurări ale transformatorului sînt de tensiune ridicată să se prevadă un transformator intermediar. Se analizează de asemenea încercarea motoarelor asincrone trifazate cu inele, dîndu-se metode de încercare în exploatare pentru izolaţia rotorului şi a izolaţiei statorului.

Metodele descrise au fost experimentate de autor şi ele sînt recomandate exploatării.

P.B.

CZ 621.314.222 : 621.3.048.004

Metode de control al izolaţiei transformatoarelor în exploatare. După : S. Săndulescu, E. Simian, E. Mujinschi, E. Mînzărescu, Energetica **8** (1960) 3, 122—132, 12 fig., 8 ref. bibl.

După ce se arată necesitatea controlului transformatoarelor, se ajunge la concluzia că este suficient de a se măsura gradul de umezire a izolaţiei transformatorului. Se dau în continuare metode pentru determinarea gradului de umezire pe baza determinării variaţiei unor parametri electrici care depind de umiditate. Astfel, s-au măsurat ca indici : rezistenţa de izolaţie, coeficientul de absorbţie, tg δ, raportul capacităţilor înfăşurărilor la temperaturile de 70 şi 20°C, raportul capacităţilor la frecvenţele de 2 şi 50 Hz şi rigiditatea dielectrică a uleiului.

S-a determinat, de asemenea, tgδ a uleiului. Modul de determinare a fiecărui indice este dat în lucrare, iar pe baza măsurătorilor efectuate sînt trasate o serie de curbe.

Pe baza interpretării rezultatelor se ajunge la o serie de concluzii referitor la eficacitatea metodelor de măsurare şi la parametrii caracteristici.

P.B.

CZ 621.314.224.3.014.36

Curenţii secundari la transformatoarele de curent în regimul supraîncărcării. După Kleinschmidt I. : Elektrie (1961) 1, 24—29.

Cunoaşterea caracteristicii supracurenţilor la transformatoarele de curent este de mare importanţă, deoarece în cazurile supraîncărcării trebuie să reziste atît bobinajul secundar al acestor transformatoare de măsură, cît şi aparatele şi instrumentele racordate la acestea. Aceasta cu atît mai mult, cu cît reţelele moderne reclamă transformatoare de măsură care să suporte timp de 1 oră suprasarcini termice de o sută de ori mai mari decît curentul nominal. După saturaţia miezului, curentul secundar creşte mai departe ca într-un transformator fără fier.

În expunerea sa, autorul presupune un transformator cu miez deosebit de permeabil, pentru care prezintă o diagramă $I_2 = f(I_1)$. În diagramă se trasează curba pînă în momentul saturării şi apoi se calculează continuarea curbei curentului secundar I_2, care este paralel cu cel al unei drepte ce reprezintă curentul secundar la un transformator cu aer (fără fier). Se deduce apoi şi formula acestei din urmă drepte precum şi cea a unui factor k necesar aflării lui I_2. În calcule sînt neglijate, ca fiind fără importanţă, deformările curentului secundar faţă de sinusoidă. Sînt arătate, în continuare, metode de măsură a diferitelor valori (magnetizarea de saturaţie, rezistenţele aparente şi ohmice etc.), necesare calculului expus al lui I_2, ţinîndu-se seama şi de tabla din care este confecţionat miezul şi arătîndu-se şi din acest punct de vedere diagrame reprezentînd însuşirile electrice (magnetizarea de saturaţie în funcţie de secţiune etc). După VDE bobinajul secundar al unui transformator de măsură trebuie astfel dimensionat încît, la scurtcircuit să reziste unei încărcări termice corespunzătoare curentului primar de 0,4 I_1, unde $I_1 = 180$ A/mm^2.

Urmează măsurătoarea efectivă la un transformator cu bobinajele coaxiale, precum şi observaţii privind variaţia curentului I_2 (calculat ca mai sus), în funcţie de raportul de transformare de sarcină, de forma miezului etc. Articolul se termină cu o critică făcută articolului din VDE (indicat mai sus), care conţine prescripţii pentru astfel de transformatoare.

C.Gh.

621.314.5 *Redresoare*

CZ 621.314.5 : 621.314.7

Convertori de curent continuu cu tranzistoare. După : Doina Albeanu, Telecomunicaţii **4** (1960) 3, 130—137, 17 fig., 21 ref. matematice, 4 ref. bibl.

Se arată la început avantajele pe care le prezintă convertoarele cu tranzistoare faţă de cele cu piese în mişcare (maşini electrice). Se descrie principiul de funcţionare şi se scriu

ecuațiile de funcționare pentru convertoarele cu un tranzistor și convertoarele în contratimp. În continuare se analizează posibilitatea legării în paralel și serie a tranzistoarelor și se fac considerații privind proiectarea. Se prezintă un calcul și prototipul realizat cu caracteristicile sale.

P.B.

CZ 621.314.5.024 : 621.314,7

Convertizoare de curent continuu cu tranzistoare. După: H. Herșcovici, A. Pranițchi, L. Schächter, Automatica și Electronica, 4 (1960), 4, 177—184, 14 fig., 31 formule, 17 ref. bibl.

Convertizoarele cu tranzistoare permit transformarea tensiunii joase continue în tensiune ridicată necesară pentru diferite aplicații industriale. Se descrie principiul de funcționare scriindu-se ecuațiile care îl caracterizează pentru circuitul monotranzistor și circuitul push-pull. Se dau elementele de proiectare precum și caracteristicile și schema unui alimentator pentru radioreceptor cu baterie. Stabilirea tensiunii la ieșirea alimentatorului se analizează, ajungîndu-se la calculul și construcția unui alimentator stabilizat. Soluțiile de proiectare adoptate au fost executate practic, obținîndu-se rezultate satisfăcătoare.

P.B.

CZ 621.314.622 : 621.319.35 : 621.396.822

Deparazitarea redresoarelor mecanice de înaltă tensiune pentru filtre electrice. După Möckel, R., Kuhne, W., Elektrie **14** (1960) 6 supl. Elektrofertigung, 44—46, 6 fig., 6 ref.

Tensiunea continuă de 30—60 kV necesară alimentării filtrelor electrostatice este obținută din redresoare mecanice de înaltă tensiune. Din cauza scînteilor (variabile cu sarcina) produse între segmentele de coronizare și cele colectoare iau naștere oscilații de înaltă frecvență, paraziți perturbatori ai recepțiilor radio. În R.D.G. este legiferată deparazitarea obligatorie a acestor aparate. Un dispozitiv eficace îl constituie cuștile de ecranare. Experiențele făcute cu cuști Faraday și cu metalizări prin stropire nu au dat rezultate satisfăcătoare. Cușca Faraday cu ochiurile de 3 mm nu dă ecranarea suficientă pentru o recepție de televiziune în bune condiții. În R.D.G. se prevede azi pentru redresoarele mecanice o atenuare a paraziților obținută prin ecranare de minimum 60 dB care se obține numai printr-o cușcă închisă. Eficacitatea acesteia se bazează pe principiul ecranului electromagnetic : prin ecran curg curenți turbionari care produc un cîmp opus cîmpului electromagnetic al sursei de perturbații ; cele două cîmpuri fiind opuse, se compensează mai mult sau mai puțin. Ecranarea depinde de calitatea execuției cuștii, putînd atinge atenuări de 100 dB corespunzătoare unui coeficient de ecranare de 1 :100 000. Eficacitatea ecranării este satisfăcătoare pînă la cîteva sute de MHz. Curenții turbionari trebuie să găsească o bună conductibilitate în toate direcțiile. Spațiile de ecranare pentru gama undelor ultrascurte nu trebuie să fie prea mari, căci se produc întreruperi de atenuare dacă lungimea de undă este de ordinul dimensiunilor cuștii ; acestea trebuie, pe cît posibil, să difere de fracțiunile sau multiplii de ordin pur ai lungimii de undă de ecranat. De asemenea, lungimea diagonalei unui perete al ecranării nu trebuie să fie un raport pur sau un multiplu întreg al lungimii de undă de ecranat. Cabinele redresoarelor trebuie deci ecranate pe toate părțile cu foi de tablă galvanizată de 0,5 mm. Ecranarea electromagnetică se poate face cu tablă din material feromagnetic (Fe) sau din material nemagnetic (de exemplu Cu), pe cînd pentru ecranarea magnetostatică nu se admite decît material feromagnetic. Se indică toate dimensiunile constructive ale unei ecranări eficace.

S.A.

CZ 621.314.652.2

Redresor de putere. După Klimov, N. S., Electricestvo **81** (1960), 9, 29—34, 5 schițe, 7 ref. bibl.

Pentru transmiterea energiei electrice la distanțe mari, la tensiune înaltă continuă se folosesc astăzi redresoare cu mercur care au unele dezavantaje. Redresorul prezentat înlătură unele din aceste dezavantaje. El se compune din transformatoare, secundarele care formează o bobină polifazată închisă, un dispozitiv de comutare în redresoare cu mercur. La capetele fiecărei faze se leagă două elemente de comutare. O bornă a elementului de comutare se leagă cu o fază a înfășurării, iar cealaltă, prin intermediul unui redresor cu mercur, la o bornă de polaritate determinată. Elementele de comutare succesive de aceeași polaritate se leagă la două sau trei coloane distincte. Numărul redresoarelor cu mercur este egal cu dublul numărului de coloane. Coloanele sînt legate la borna comună prin intermediul redresoarelor cu mercur. Elementele de comutare sînt comandate în așa fel încît să nu se poată închide simultan două elemente de comutare legate la același capăt al unei faze sau la coloana care nu corespunde elementului de comutare închis, dar legat la cealaltă polaritate. Este necesar să se închidă simultan două elemente de comutare, respectîndu-se condițiile impuse.

Datorită acțiunii f.e.m. a fazelor ce comută în redresoarele cu mercur, arcul se stinge și circuitul se întrerupe. Se deschid apoi contactele elementelor de comutare corespunzătoare, dar pentru că circuitul este deja întrerupt, nu va lua naștere un arc electric. De-abia după aceasta se închid contactele următoarelor elemente de comutare și procesul se repetă. În acest fel, curentul circulă prin două bucle în paralel ale bobinelor în scurtcircuit, printr-un element de comutare (iar în timpul procesului de comutare prin două) și analog printr-unul sau două redresoare ale fiecărui pol. Redresorul poate lucra și în regim de invertor. În momentul cînd arcul se stinge pe redresor apare o tensiune inversă care nu depășește tensiunea de fază. În aceste momente prin redresor circulă un curent invers neglijabil ca mărime, care pe parcursul a 2—3 grade electrice ajunge la zero, după o exponențială. Contactele elementelor de comutare, după terminarea procesului de comutare, mai stau închise încă 5—6 grade electrice, deci ele nu vor rupe nici curentul invers. Tensiunea inversă este de 6—8 ori mai mică decît tensiunea redresată în regim nominal, iar un regim de reglaj adînc de 4—8 ori. Tensiunea înaltă se aplică numai intervalelor de aer. Curentul este comutat de redresorul cu mercur, instalația de comutare se înseriază într-un mod determinat cu redresorul cu mercur, cînd prin ultimul nu circulă curent pentru a-l feri de solicitările tensiunii redresate.

Primul prototip s-a construit pentru 100 kW, 10 kV hexafazat ; s-a ajuns apoi la tensiuni de 100 kV curent 900 A cu 48 faze. Pentru a obține 48 faze trebuie construite transformatoare speciale.

Sistemul de comutare constă dintr-un corp de material izolant care include atît contactele fixe cît și cele mobile. Contactele mobile sînt acționate din afară de un motor sincron prin intermediul unui arbore cotit sau acționat într-un fel oarecare de cîmpul magnetic.

Tensiunea poate fi reglată prin schimbarea momentului închiderii contactelor elementelor de conectare. Acest lucru poate fi făcut prin decalarea cîmpului rotoric al motorului sincron, prin bobinare pe rotor a unei înfășurări suplimentare, care dă un cîmp magnetic perpendicular pe axa cîmpului principal, sau prin decalarea cîmpului statoric sau prin schimbarea fazei tensiunii de alimentare.

N. Gh.

621.316.1 *Rețele electrice*

CZ 621.316.1.001.24

Compararea metodei transfigurației și a metodei matriciale pentru calcularea rețelelor electrice buclate. După: A. Petroianu, Energetica **8** (1960) 7, 312—316, 7 fig., 6 formule, 4 ref. bibl.

Se compară metodele transfigurației și matriciale, pe baza următoarelor criterii : premisele de calcul, precizia calculului și timpul necesar calculului. Pentru a putea face comparația, s-au scris ecuațiile lineare prin metoda perechilor de noduri pentru un sistem complex ; se trece apoi la simplificarea sistemului și în mod corespunzător a sistemului de ecuații ; pornind de la aceleași premise de calcul, se ajunge la aceleași expresii de calcul, ceea ce permite a se afirma că cele două metode sînt echivalente din acest punct de vedere. Numărul de interații care se face este același în ambele cazuri. Rezolvînd sistemul de ecuații pe cale directă, metoda matricială este

nedeterminată, pe cînd cea a transfigurării, determinată. Prin ambele metode se obține aceeași precizie, dar numărul de operații diferă. Metoda matricială este avantajoasă la rețele cu noduri multe (> 4), pe cînd transfigurarea se recomandă pentru rețele mai simple. La un sistem buclat și radial se recomandă folosirea ambelor metode combinate.

P.B.

CZ 621.316.1.052.4 : 621.3.016.35

Analiza nodală utilizînd curenții de scurtcircuit în cazul rețelelor complexe. După : P. Dimo, Energetica *8* (1960) 8, 349—359, 7 fig., 8 formule, 4 tabele, 14 ref. bibl.

Utilizînd experiența obținută de autor în analiza nodală cu ajutorul curenților de scurtcircuit, în rețele radiale relativ simple, în articol se face extinderea metodei la rețelele complexe. La început se scriu ecuațiile generale în cazul nodului unei rețele complexe în funcție de curenții de scurtcircuit, ca apoi să se analizeze sistemul energetic văzut dintr-un nod prin curenții de scurtcircuit corespunzători. În diagramele prezentate, apare clar atît vectorul reprezentativ al fiecărei centrale în parte, cît și al nodului analizat. Se dă în continuare un exemplu de analiză simultană în mai multe noduri întocmindu-se diagrame și tabele cu rezultatele obținute pentru un caz concret. În final, autorul precizează modul cum trebuie efectuate analizele simultan în mai multe noduri și arată eficacitatea metodei prezentate, care oferă posibilitatea unui studiu sugestiv, clar și rapid.

P.B.

621.316.5/9 *Aparataj electric*

CZ 621.316.5-758 : 551.5

Utilizarea aparatelor de joasă tensiune în regiuni tropicale. După : Krause M. : Elektrie *14* (1960) 12, 441—442.

Institutul pentru încercarea echipamentelor electrice din Canton (R. P. Chineză) a supus diferite aparate provenite din R.D.G. unor condiții tropicale, măsurînd după o anumită perioadă de timp rezistența de izolație, rezistența la contacte și tensiunea necesară acționării, respectiv declanșării. Au fost observate, de asemenea, alterările exterioare provocate de coroziune. S-a studiat comportarea diferitelor vopsele de pe carcasele aparatelor sau de pe miezurile magneților. O oarecare dificultate o provoacă ruginirea suprafețelor polilor, mai ales atunci cînd automatele de protecție funcționează rar. Părțile de oțel acoperite cu un strat de zinc (6 μm) se comportă satisfăcător și în orice caz, la fel cu cele acoperite cu un strat de cadmiu (6 μm).

Se discută materialele izolante (duraplast etc.) din punct de vedere al comportării lor la clima tropicală. Studiile privesc deformarea mecanică, variația rezistenței electrice și coroziunea.

În ce privește contactele de argint, se ajunge la concluzia că sub presiunea de contact de 200 p rezistența de contact crește peste valoarea admisibilă, cînd contactul se realizează doar prin presiune, fără frecare (autocurățare). Pare că anumite impurități necunoscute încă — provenite din vegetația tropicală — atacă argintul. De asemenea, nu corespund în aceste regiuni obturațiile de cauciuc ale aparatelor capsulate și nici tăblițele de fabricație din aluminiu, acestea din urmă prezentînd urme de coroziune, chiar după două luni.

Din cele de mai sus se trage concluzia că anumite tipuri de aparate pot fi utilizate în regiunile tropicale cu respectarea anumitor condiții.

C. Gh.

CZ 621.316.93 : 621.316.26

Elemente ale protecției împotriva supratensiunilor necesare bazei modelării pentru studiul comportării stațiilor la supratensiuni atmosferice. După : Mihai Ilie, Energetica *8* (1960) 2, 69—75, 10 fig., 1 tabelă, 4 ref. bibl.

În scopul reducerii volumului de calcul pentru determinarea valorilor supratensiunilor ce acționează asupra izolației se recurge la experimentări pe modele. Modelul reproduce la scară redusă conexiunile, aparatele de protecție din stație, pe baza principiilor de similitudine.

În articolul de față autorul, după ce face o analiză a pericolului pe care îl prezintă undele de supratensiune pentru izolația stațiilor și modul de funcționare a descărcătoarelor (aparate de protecție) la acestea, trece la descrierea principiilor de modelare. Se arată că problema alegerii raționale a scărilor de modelare este baza în proiectarea modelului. Scara de modelare a rezistenței impedanței caracteristice, capacității și inductanței se determină luînd ca parametrii scara de tensiune, curent și timp ; acestea se aleg funcție de utilajul de laborator (generator de impuls, oscilograf etc.) care este la dispoziție.

Se analizează de asemenea modelarea :

a) elementelor cu constante uniform distribuite (indicîndu-se mărirea pe cît posibil a numărului cuadripolilor echivalenți) ;

b) elementelor stației electrice prin capacitățile echivalente la impuls, pe baza unui tabel dat ;

c) descărcătorului cu rezistență variabilă luîndu-se în considerare atît eclatoarele cît și rezistența variabilă propriu-zisă (prin tiratron respectiv gazation) :

d) a undelor de supratensiune din linie, dîndu-se în acest sens schema de principiu a generatorului cu impulsuri repetate.

Masa de modelare care poate modela orice stație din sistem este în curs de experimentare ; datele obținute însă sînt apropiate de calculele analitice și permit să se tragă unele concluzii. Se menționează astfel că se pot determina cu ajutorul acestui model undele de supratensiune în cazuri complicate, eficacitatea diferitelor mijloace de protecție cu o eroare de 15—20%.

P.B.

621.317 *Măsurări electrice*

CZ 621.317.351

Măsurarea fazei în regim tranzitoriu la fenomenele periodice. După : C. Onu, S. Oprișor și T. Giosan, Bul. Inst. Politehnic-Iași, *VI(X)* (1960), fasc. 1—2, 263—267, 20 fig., 2 ref. bibl.

Determinarea valorii instantanee a fazei este necesar să se facă într-o serie de experiențe menționînd îndeosebi pe cele referitoare la ridicarea caracteristicilor sistemelor de reglaj.

În articol se menționează principiile de realizare practică a unui aparat care măsoară faza între două mărimi atît în regim permanent, cît și în cel tranzitoriu. Se arată schema bloc și se descrie fiecare etaj în parte. Se dau o serie de oscilograme care ilustrează în parte performanțele obținute de aparatul construit. În încheiere se arată că aparatul poate fi folosit : în laborator pentru măsurarea stabilității statice și dinamice a sistemelor echivalente ; pentru trasarea caracteristicii fază frecvență a sistemelor de reglare automată ; la determinarea de la un punct de dispecer a gradului de încărcare a unei centrale și la urmărirea repartiției șocurilor de sarcină pe generatoarele sau centralele sistemului.

P.B.

CZ 121.317.42

Considerații asupra măsurării cîmpurilor magnetice slabe, prin metoda sondei magnetice. După : Gh. Vasikiu, N. Calinicenco, N. Poeată, H. Rosman, N. Gavrilaș și I. Suchar, Bul. Inst. Politehnic-Iași, *VI(IX)* (1960), fasc. 1—2, 203—210, 9 fig., 11 ref. bibl.

Măsurarea cîmpurilor magnetice cu ajutorul sondelor se efectuează prin intermediul f.e.m. de inducție electromagnetică ; această metodă prezintă avantaje față de metodele magnetometrice, balistice etc., dat fiind comoditatea în manipulare. În articol se prezintă la început considerații teoretice referitoare la principiul de funcționare a sondei și modul de realizare. În continuare se expun experimentele efectuate cu ajutorul unei sonde, dîndu-se oscilogramele obținute. Se arată în final necesitatea utilizării sondelor de permaloy pentru măsurarea cîmpurilor slabe ; de asemenea, avantajul alimentării bobinelor cu curent sinusoidal, ceea ce face sonda cu saturație magnetică mai sensibilă.

P.B.

CZ 621.317.72 : 532.8

Voltmetru electrostatic electronic. După : L. Macoveanu, Automatica şi Electronica, 5 (1961) 2, 73—77, 4 fig., 8 ref. bibl.

Pentru înregistrarea potenţialelor electrostatice care apar în procesul de fabricaţie a pieilor, mătăsurilor, cauciucurilor etc., este necesară construirea unui aparat sensibil cu gamă de măsură largă, avînd o rezistenţă de intrare ridicată. În construirea unui prototip, autorul a utilizat calea transformării prin traductor a mărimii de măsurat în curent alternativ, care să fie apoi amplificat pentru a fi măsurat cu aparate obişnuite.

Voltmetrul cuprinde : *a*) traductorul de tip capacitiv rotativ ; *b*) amplificatorul de audio frecvenţă format din trei etaje de amplificare tip RC avînd la ieşire un redresor în punte pe care se branşează aparatul indicator (un miliampermetru) şi *c*) sursa de alimentare electrică. O atenţie deosebită a fost acordată traductorului capacitiv care a fost construit după o idee originală şi ale cărui calităţi depind de caracteristicile materialelor izolante utilizate. Cu aparatul construit s-au făcut măsurători la o fabrică de cauciuc, înregistrînd potenţiale pînă la 15 kV. Aparatul, avînd eroare de 5%, este acceptabil pentru măsurători curente, fiind şi transportabil.

P. P.

621.365 *Electrocăldură*

CZ 621.365.55

Încălzirea dielectrică şi utilizarea ei industrială. După Walter, H., Elektrie, 14 (1960) 11, 400—403.

La începutul articolului, autorul explică pe scurt, cum prin mişcarea şi frecarea moleculelor dintr-un material dielectric se produce căldură, în momentul cînd la electrozii lui se aplică o tensiune, în general, la frecvenţa de 1—70 MHz. Avantajele tehnice ale acestei încălziri sînt viteza mare de încălzire şi repartizarea uniformă a căldurii în toată masa încălzită. După cîteva consideraţii privind rentabilitatea acestui mod de încălzire, este descrisă încălzirea miezurilor la formele de turnătorie. Se demonstrează că răşinile sintetice sînt mai economice din punct de vedere caloric pentru producerea miezurilor şi se arată într-o schemă ansamblul instalaţiei de uscat miezuri, care la o putere de 20 kVA permite uscarea a 250 kg de miezuri, prezentînd în acelaşi timp şi o serie de avantaje. Urmează încălzirea electrică utilizată la fabricaţia firelor sintetice. Aici se dau anumite amănunte tehnologice, arătîndu-se că, pe lîngă posibilitatea de a se menţine în permanenţă o umezeală constantă de 12%, timpul de uscare a bobinelor se reduce de la 150 de ore la 1 oră, utilizîndu-se o putere de cca. 40 kVA la 13 MHz.

De asemenea, la uscarea lemnului se arată că faţă de instalaţiile cu abur la care uscarea durează zile şi chiar săptămîni, uscarea prin încălzire dielectrică reduce timpul de uscare la cîteva ore. În multe cazuri se utilizează şi uscarea combinată, adică aceea cu abur şi aceea dielectrică. În continuare se tratează uscarea diferitelor obiecte de lemn, cum ar fi calapoadele, instrumentele muzicale etc. În toate aceste cazuri, banda de transport, care reprezintă în acelaşi timp şi electrodul pus la pămînt al condensatorului, poate fi reglată continuu pe cale electronică în ce priveşte viteza cerută de la caz la caz. Tehnologia lipirii lemnului (placaje etc.) se accelerează, de asemenea, prin uscarea dielectrică însă numai cînd cleiul nu este de natură animală, ci răşinoasă. Lîna brută se usucă, de asemenea, pe cale dielectrică, înainte de a se începe restul prelucrării ei.

Articolul tratează apoi utilizarea încălzirii dielectrice la preîncălzirea obiectelor de mase plastice în timpul fabricaţiei lor, apoi la uscarea cerealelor, a sării şi a zahărului, precum şi a plăcilor sintetice pentru mobilă. În încheiere se aminteşte şi de încălzirea la frecvenţe mari (2 000 MHz), unde obiectul de încălzit nu se mai introduce în cîmpul unui condensator, ci în calea radiaţiilor unei antene. Frecvenţa de mai sus provine în acest caz de la o staţiune — magnetron de emisiune.

C. Gh.

621.374.3 *Amplificatoare magnetice*

CZ 621.374.3.018.6

Stabilitatea amplificatorilor magnetici cu mai multe etaje, cu reacţie magnetică. După Rosenblat, M. A. şi Subbotina, G. V. ; Avtomatika i Telemechanika, XXII (1961), 1, 97—106.

În multe cazuri, amplificatoarele magnetice cu mai multe etaje, cu reacţie negativă, devin instabile. Studiul teoretic al stabilităţii acestor amplificatoare a neglijat, pînă nu de mult, întîrzierile proprii etajelor de amplificare magnetică. O astfel de simplificare nu este însă general valabilă, conducînd la concluzii infirmate de experienţă. În articol se studiază stabilitatea amplificatoarelor magnetice, urmărindu-le ca un sistem liniar cu întîrziere. Studiul se bazează pe utilizarea caracteristicilor de frecvenţă şi pe folosirea unui criteriu de stabilitate adecvat acestor caracteristici. Condiţiile de stabilitate exprimate în funcţie de parametrii schemei de amplificare, sînt utilizate pentru proiectarea unui amplificator magnetic cu reacţie negativă, avînd o anumită precizie impusă. Se prezintă o serie de rezultate experimentale care confirmă ipotezele făcute şi justifică tratarea teoretică a acestei importante probleme.

I. Gh.

CZ 621.374.3 : 621.318.423.001.2

Calculul amplificatoarelor magnetice în contratimp. După Benin V. L., Avtomatika i Telemechanika, XXII (1961) 3, 393—399.

Se expune o metodă de calcul al amplificatoarelor magnetice în contratimp, bazată pe ipoteza liniarizării caracteristicilor acestora, în cazul unei sarcini pline. Se stabilesc relaţiile privind determinarea optimală a parametrilor amplificatorului, care se determină în mod direct, cu o precizie suficientă, evitîndu-se în acest fel folosirea unei metode de aproximaţii succesive, care ar conduce la erori mari.

Metoda de calcul expusă este ilustrată printr-un exemplu de calcul concret, însoţit de unele rezultate experimentale.

I. Gh.

621.791.7 *Sudură electrică*

CZ 621.791.73

Nou utilaj electric de sudură. După L. G. Gromiko, Vestn. Elektroprom. 31 (1960) 1, 74—79, 7 fig.

Se prezintă o nouă serie de utilaje electrice pentru sudură şi anume :

1. Automat pentru sudura electrică cu arc, în curent continuu, în gaze închise. Automatul lucrează cu un curent nominal de 500 A ; o viteză de sudură de 15—70 m/h ; puterea absorbită de la reţea, 0,8 kVA şi consumul de gaze 600÷÷1 500 l/h.

2. Automat pentru sudura cusăturilor inelare, avînd posibilitatea înclinării mesei cu piesa de sudat în limitele 0—90°. Reglajul vitezei rotaţiei mesei se efectuează cu o cutie de viteze. Viteza de avansare a firului electrodic se reglează în două diapazoane : 1,5—6 şi 4—16 m/min.

3. Aparat de sudat cu condensatoare, destinat sudurii în cusătură, prin contact, a metalelor neoxidabile şi de asemenea a metalelor colorate şi aliajelor cu grosimi între 0,03 + 0,03 pînă la 0,2+0,2 mm. Construcţia capului de sudat permite efectuarea sudurilor în cusătură longitudinale şi transversale. Maşina permite realizarea unor suduri de înaltă calitate la o viteză de sudură de 15 m/min.

În continuare, se prezintă alte aparate de sudură cu caracteristicile respective.

A. B.

TITLURI DOCUMENTARE

621.3 ELECTROTEHNICĂ

CZ 621.3(218)

Rychter, M., Reinhartova, I. :

O nouă clasificare electrotehnică a climatelor de pe suprafaţa globului.

Elektrotechn. Obz. R.S.C. **49** (1960) 8, 425—431, 2 fig., 2 tab., 25 ref.

CZ 621.3.072.2

Dodik, D. S. :

Stabilizator de tensiune parametrie, cu precizie ridicată, echipat cu semiconductoare.

Priborostroenie, (1960) 10, 15—16, 4 fig., 6 ref.

621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313.047.43 : 621.3.014.1

Haim, R. :

Teoria distribuţiei inegale a curentului la contactul dintre plăcile de cărbune şi inelele colectoare de cupru sau oţel în aer.

Elektrotechn. Z. (E.T.Z. — A). **81**, (1960) 16, 570—571, 5 ref.

CZ 621.313.1—181.4 : 621.3.047

Schröter, F.

Uzura periilor la micromaşinile electrice

Elektrotechn. Z. (E.T.Z. — B) **12** (1960) 16, 381—387, 6 fig. 17 tabl.

CZ 621.313.2.042.13

Stepina, J. :

Influenţa miezului masiv de fier din circuitul polilor auxiliari asupra comutaţiei maşinilor de curent continuu în regim tranzitoriu.

Elektrotechn. Obz. **49** (1960) 9, 454—459, 6 fig., 8 ref.

CZ 621.313.32.016.35

Schuisky, W. :

Şocul de sarcină la maşinile sincrone

Elektrotechn. u. Masch. Bau. **77** (1960) 15—16, 349—354, 6 fig., 6 ref.

CZ 621.313.32.045.7

Kulik, I. D. :

Calculul curenţilor din bobinajele de amortizare ale maşinilor electrice sincrone.

Elektricestvo, **81** (1960) 9, 53—59, 4 fig., 1 tab., 4 ref.

CZ 621.313.32.078 : 621.311.161

Mihnievici, G. V. :

Reglarea automată a excitaţiei maşinilor sincrone care funcţionează în sisteme energetice complexe.

Acta Techn. Acad. Sci. Hung. R.P.U. **29** (1960) 3—4, 457—472, 5 fig., 14 ref.

CZ 621.313.322.045.7

Benda, B. :

Studiul parametrilor bobinajelor de amortizare ale unui generator sincron cu poli aparenţi cu ajutorul unui model fizic.

Elektrotechn. Obz. **49** (1960) 10, 505—512, 15 fig., 2 tab., 6 ref.

CZ 621.313.333.025.1

Polonyadoff, M.

Teoriile relative la motorul de inducţie monofazat. Principiul, deducerea şi echivalenţa lor.

Bull. Soc. Franç. Electr. **8** (1960) 9, 605—612, 6 fig., 7 ref.

CZ 621.313.33.042.13

Kutevalov, V. M. :

Calculul caracteristicilor maşinilor asincrone cu rotor masiv.

Elektricestvo, **81** (1960) 9, 63—67, 7 fig., 6 ref.

CZ 621.313.333.016.35

Mariotti, G. :

Stabilitatea statică a unei maşini asincrone trifazate, alimentată prin stator şi rotor cu curent alternativ de frecvenţe diferite.

Elettrotecnica, **XLVII** (1960) 7, 486—498, 18 fig., 11 ref.

CZ 621.313.334

Kucero, J. :

Motor asincron compensat.

Rev. Gén. Electr. **63** (1960) 8, 425—433, 8 fig.

621.314.2 TRANSFORMATOARE

CZ 621.314.2.014.32

Hrbek, B. şi Kopecek J. :

Verificarea siguranţei împotriva scurtcircuitelor la transformatoarele cu bobinaj în straturi şi cu izolaţie de hîrtie în ulei.

Energetika R.S.C., **10** (1960) 9, 447—450, 7 fig., 10 ref.

CZ 621.314.58

Klimov N. S. :

Convertizor de mare putere pentru transformarea curentului alternativ în curent continuu.

Elektricestvo **81** (1960) 9, 29—34, 6 fig., 7 tabele.

CZ 621.314.2.041.1

Rentegov, I. V. :

Determinarea dimensiunilor optime ale transformatoarelor.

Izv. viss. ucebn. zavedenii, Elektromechanika U.R.S.S., **3** (1960), 8, 69—76, 3 fig., 4 ref.

621.315.6. MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.613.1.015.5

Andrianov, K. A., Volkov, V. A., Hvalkovski, A. V. :

Despre natura rigidităţii dielectrice a izolanţilor pe bază de mică.

Elektricestvo **81** (1960) 9, 73—80, 5 fig., 4 tab., 5 ref.

CZ 621.315.616.9

Meyer, G. :

Posibilităţile şi limitele întrebuinţării materialelor plastice în electrotehnică.

Elektrie, R.D.G. **14** (1960) 9, 335—337, 2 tabl., 8 ref.

CZ 621.315.616.96 : 678.644.142.050

Jahns, W. :

Turnarea răşinilor epoxidice.

Elektrie, **14** (1960) 9, 318—323, 16 fig.

CZ 621.315.610.96 : 678.842.06

Alvergnat, J. :

Siliconii. Aplicaţiile lor în electrotehnică.

Rev. Gén. Electr., **66** (1960) 8, 393—401, 4 tabl., 16 ref.

CZ 621.315.616.96 : 621.315.2

Werblinski, W. :

Materiale polivinilice cu umplutură folosite în industria cablurilor.

Przegl. Elektrotechn. R. P. Polonă **36** (1960) 8, 321—324, 6 fig. 3 tabl. 8 ref.

CZ 621.315.616.96.015.5 : 678.644.142.06

Vetter, E. :

Rigiditatea dielectrică la cald a răşinilor epoxidice.

Elektrie, **14** (1960) 9, 309—310, 4 fig., 6 ref.

621.316.3/.9 APARATAJ ELECTRIC

CZ 621.316.3/.9.001.24 : 681.142—83

Nikitenko, A. G., Ciornîi, A.S :

Calculul caracteristicilor dinamice ale aparatelor electrice de curent alternativ cu ajutorul maşinilor electronice de calcul cu funcţionare continuă.

Izv. viss. ucebn. zavedenii. Elektromechanica, **3** (1960) 8, 8—18, 12 fig., 2 tabl., 2 ref.

СОДЕРЖАИЕ

ДК 621.314.2.015.1.001.58

Hortopan Gh.: **Моделирование трансформаторов с целью определения импульсного напряжения.**

Electrotehnica **9** (1961) 8, 261—269

В этой первой части работы устанавливается общий метод определения транзитного ответа в случае применения импульсной волны в обмотке трансформатора. В первую очередь получается ответ на приложение прямоугольной волны, на основании которого расчитывается ответ для экспоненциальной вольны и для двойной экспоненциальной волны. Анализируются возможности использования резвернутого аналитического метода и сравниваются результаты, полученные расчетом с результатами, полученными экспериментальным путем.

ДК 621. 313.333.042.2

Pop P. u Rusandru R.: **Новый технологический метод упаковки статоров асинхронных моторов.**

Electrotehnica **9** (1961) 8, 269—272

Представлена новая технология упаковки стальных листов статоров для электрических асинхронных моторов, показан в чем заключается метод, а также и технико-экономические преимущества. Применением этой технологии на заводе „Электропречизие". Сэчеле получили значительный рост производительности труда, улучшилось качество продукции с одновременным достижением значительных экономии материалов.

ДК 621. 316.53.004.6

Engher E. u Dorie R.: **Замыкатели с увеличенным сопротивлением износу.**

Electrotehnica **9** (1961) 8, 273—280

Представлены испытания на механический износ, произведенные в лаборатории предприятия „Электроапаратаж", двух типов замыкателей с трансляцией и с вращением, являющихся продукцией предприятия в настоящее время, а также представлены выводы на основании полученных результатов. Показываются меры, предпринятые для увеличения сопротивления на механический износ замыкателей, а также и новый тип магнита Е с ложным плечом, применяемый на замыкателях с вращательным движением.

ДК 621.313.84 :629.11.3

Bicher I. M.: **Микрогенераторы с постоянными магнитами и установившимся напряжением.**

Electrotehnica **9** (1961) 8, 282—288

Исходя из технических условий предъявленных велосипедным генератором, кратко описываются их специфические теоретические основы с одновременным выявлением параметров, обусловливающих оптимальную конструкцию. Толкование математических соотношений является гидом в нахождении желаемых результатов экспериментальным путем. Работа дополнена результатами исследований, произведенных в ИЧЕТ.

ДК 621 313.333.2.002.2

Rabinovici D.: **Технологические вопросы новой серии асинхронных короткозамкнутых моторов из габаритов S — 9.**

Electrotehnica **9** (1961) 8, 288—295

Представлены некоторые технологические вопросы, решение которых было целью технико-экономической деятельности при освоении производства новой серии асинхронных короткозамкнутых моторов из габаритов 8-9. Сопоставляются технологические варианты штамповки листового железа для определения оптимальной техноло;ии.

ДОКУМЕНТАЦИЯ

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.314.2.015.1.001.57

Hortopan Gh.: **Aufangsverteilung der Transformatoren zwecks Bestimmung der Stosspannungs Verteilung**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 261—269

In diesem ersten Teil der Arbeit wird ein allgemeines Verfahren entwickelt, um beim Anlegen einer Impulswelle auf die Transformatorwicklung die Modellierung zu erhalten. Zuerst erhält man die Autwort bei Abgabe von Rechteckwellen, auf Grund deren die Verteilung für die Exponentialfrontwelle und für Doppelexponentialwelle berechnet wird. Es werden die Anwendungsmöglichkeiten des entwickelten analytischen Verfahrens untersucht und die errechneten Ergebnisse mit den, durch Versuche erzielten Ergebnisse verglichen.

DK 621.313.333.042.2

Pop P. und *Rusandru R.*: **Eine neue Technologie des Zusammenfügens der Statorbleche von Asynchronmotoren.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 269—272

Es wird die neue Technologie des Zusammenfügens der Statorbleche für Asynchronmotoren, wie auch ihre technisch-wirtschaftlichen Vorteile beschrieben. Durch die Einführung dieser Technologie im Betrieb „Electroprecizie" in Săcele wurde eine wesentliche Steigerung der Arbeitsproduktivität verzeichnet, die Qualität der Erzeugnisse verbessert und gleichzeitig bedeutende Materialeinsparungen erzielt.

DK 621.316.53.004.6

Engher E. und *Darie R.*: **Kontakte mit erhöhter Verschleissfestigkeit.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 273—280

Es werden die mechanischen Verschleissversuche beschrieben, die im Laboratorium des Betriebs „Electroaparataj" an zwei Schaltgeräte-Reihen (Schleif-und Rollkontakte) aus der laufenden Produktion des Betriebs vorgenommen wurden und die auf Grund dieser Versuche gezogenen Schlüsse dargelegt. Ferner dieser Massnahmen angezeigt, die zur Erhöhung der mechanischen Verschleissfestigkeit der Kontakte getroffen wurden, z. Bspl. der neue E-Magnet-Typ mit falschem Arm, der bei Rollkontakten eingeführt wurde.

DK 621.313.84 : 629.118.3

Bichir I. N.: **Kleingenerator mit Dauermagneten und stabilisierter Spannung**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 282—288

Von den technischen Bedingungen ausgehend, die den Fahrraddynamos vorgeschrieben sind, werden kurz ihre wesentlichen theoretischen Grundlagen angegeben und zugleich die Parameter hervorgehoben, auf die, zwecks einer optimalen Bemessung eingewirkt werden kann. Die Auslegung der mathematischen Zusammenhänge stellt einen Leitfaden bei der experimentellen Ermittlung der gewünschten Lösungen dar. Der Aufsatz wird durch die Versuchsergebnisse des Forschungsinstituts für Elektrotechnik vervollkommnet.

DK 621.313.333.2.002.2

Rabinovici D.: **Technologische Fragen der neuen Serie von Kurzschlussasynchronmotoren mit den Lichtraumprofilen 8—9.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 288—295

Es werden einige technologische Fragen dargelegt, deren Lösung das Ziel der technisch-wirtschaftlichen Bestrebungen war, zur Einführung der neuen Serie von Kurzschlussasynchronmotoren mit dem Lichtraumprofil 8—9 in die Produktion beizutragen. Im Hinblick auf die Bestimmung der optimalen Technologie wird ein Vergleich zwischen den Stanzmöglichkeiten der Bleche vorgenommen.

DOKUMENTATION

SOMMAIRE

CD 621.314.2.015.001.57

Hortopan Gh. : **Le modellage des transformateurs dans le but de déterminer la tension de choctenue.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 261—269

Dans cette première partie de l'article l'auteur établit une méthode générale pour obtenir la réponse transitoire dans le cas d'application de l'onde de choc sur l'enroulement du transformateur. En premier lieu, on obtient la réponse à l'application de l'onde rectangulaire sur la base de laquelle on calcule la réponse pour l'onde à front exponentiel et pour l'onde doublement exponentielle. Il analyse les possibilités d'employer la méthode analytique développée et compare les résultats obtenus par calcul à ceux obtenus par voie expérimentale.

CD 621.313.333.042.2

Pop P. et *Rusandru R.* : **Une nouvelle technologie de l'emballage des stators des moteurs asynchrones.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 269—272

Les auteurs présentent une nouvelle technologie de l'emballage des tôles des stators pour les moteurs électriques asynchrones et montrent en quoi elle consiste, ainsi que ses avantages d'ordre techniques-économiques. Par l'application de cette technologie à l'Usine „Electroprecizie" — Săcele, on a obtenu une forte augmentation de la productivité du travail, une amélioration de la qualité des produits, tout en réalisant d'importantes économies en matériaux.

CD 621.316.53.004.6

Engher E. et *Darie R.* : **Contacteurs à résistance accrue à l'usure.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 273—280

On expose les essais à l'usure mécanique exécutés au laboratoire de l'entreprise „Electroaparataj" sur les deux types de contacteurs — à translation et à rotation — de la production courante de cette entreprise, ainsi que les conclusions tirées des résultats obtenus. On indique les mesures prises en vue d'accroître la résistance à l'usure mécanique des contacteurs, tout en décrivant le nouveau type d'aimant E à faux bras, adopté aux contacteurs à mouvement de rotation.

CD 621.313.84 : 629.118.3

Bichir I. N. : **La microgénératrice aux aimants permanents et à tension stabilisée.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 282—288

Partant des conditions techniques imposées aux génératrices des bicyclettes, l'auteur expose brièvement les bases théoriques de celles-ci tout en faisant ressortir les paramètres sur lesquels on peut agir pour un dimensionnement optimum. L'interprétation des relations mathématiques représente un guide dans la recherche, par voie expérimentale, de la solution désirée. Les résultats des recherches entreprises dans le cadre de l'Institut des Recherches Electrotechniques ICET sont également donnés dans l'article.

CD 621.313.333.2.002.2

Rabinovici D. : **Quelques problèmes technologiques de la nouvelle série des moteurs asynchrones en court-circuit des gabarites 8—9.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 288—295

L'auteur éxpose certains problèmes dont la résolution a formé l'objet dés préoccupations d'ordre technique-économique lors de l'adoption, dans la fabrication, de la nouvelle série des moteurs asynchrones en court-circuit des gabarites 8—9.

Il compare les variantes technologiques de poinçonnage des tôles pour la détermination de la technologie optimum.

DOCUMENTATION

CONTENTS

DC 621.314.2.015.1.001.57

Hortopan Gh : **Modelling of transformers with the view of determining the electric surge tension.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 261—269

The author establishes a general method for obtaining the transitory answer in the case of the application of the electric surge wave on transformer windings. One obtains at first the answer to the application of the rectangular wave, on the basis of which one calculates the answer for the exponential front wave and for the double exponential wave. The possibilities of using the developed analytical method are then analysed and a comparison is made between the results obtained from calculus and experiments.

DC 621.313.333.042.2

Pop P. and *Rusandru R.* : **A new technology for packing up the stators of asynchronous motors.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 269—272

A new t chnology for packing up the stator sheet plates for asynchronous electric motors is desc ibed as well as its technical and economic advantages. The application of this technology within the framework of the „Electroprecizie" works in Săcele, made it possible to raise the labour productivity, to improve the quality of products and to achieve important material savings.

DC 621.316.53.004.6

Engher E. and *Darie R.* : **Contacts with increased wear and tear resistance.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 273—280

This paper presents the mechanical wear and tear tests carried out in the laboratory of the „Electroaparataj" enterprise on the two types of contactors — with translation and rotation — currently produced by this enterprise. The conclusions drawn from the results obtained are then discussed. The authors point out the measures taken with the view of increasing the mechanical wear and tear resistance of contactors as well as the new type of E-magnet with false arm adapted to contactors with rotary motion.

DC 621.313.84.629.118.3

Bichir I. N. : **The microgenerator with permanent magnets and stabilized tension.**

Electrotehnica *9* (1961) 8, 282—288

Starting from the technical conditions associated with bicycle generators, the author lays the theoretical foundations peculiar to such generators, emphasizing the parameters on which one can act, with the view of establishing optimum dimensions. The interpretation of the mathematical relations helps to find the solution desired by experimental way. The results of research work carried out at the Institute for Electrotechnical Research (I.C.E.T.) are given in conclusion.

DC 621.313.33.2.002.2

Rabinovici D. : **Some technological problems of the new series of short circuit asynchronous motors of the clearance gauge 8—9.**

Electrotehnica 9 (1961) 8, 288—295

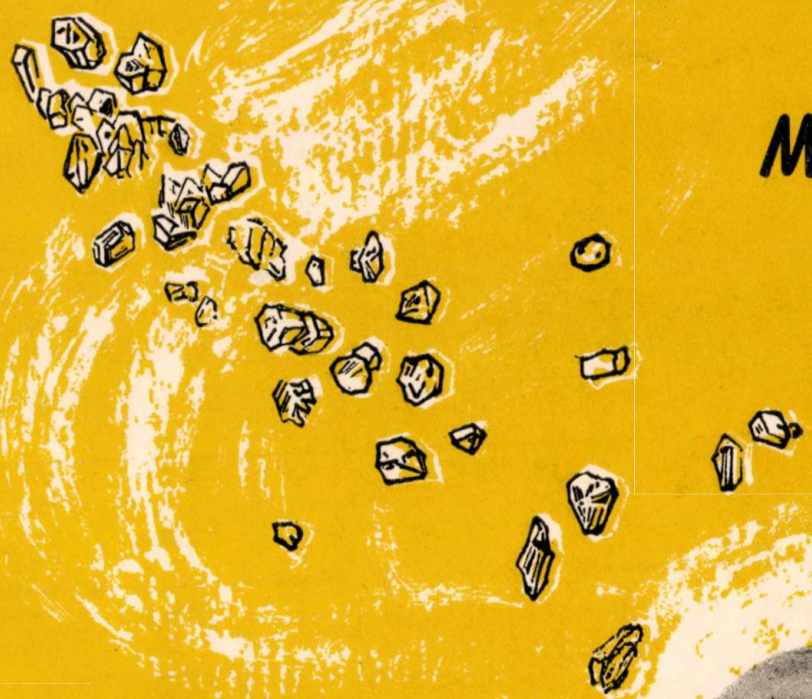
The author discusses some technological problems as well as the technical and economic steps required by the fabrication of the new series of asynchronous motors in short circuit of the clearance gauge 8—9. The technological variants of sheet plate stamping are compared for determining the optimum technology.

DOCUMENTATION

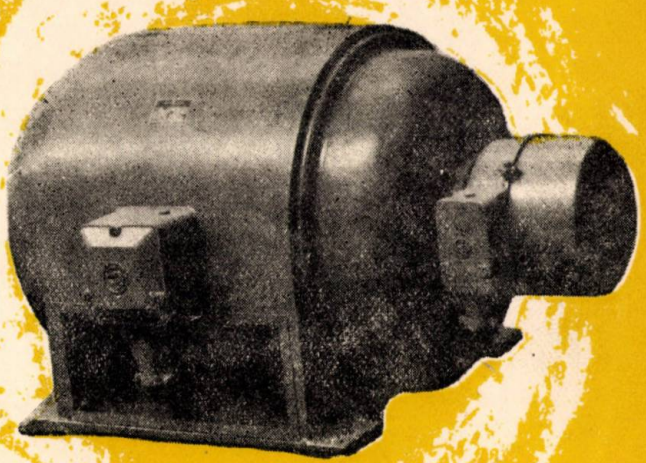
MŰSZAKI KÖNYVTÁR-ORSZÁGOS 1883

Silicagel

SiO_2 AMORF



Mijloc ideal de uscare și conservare

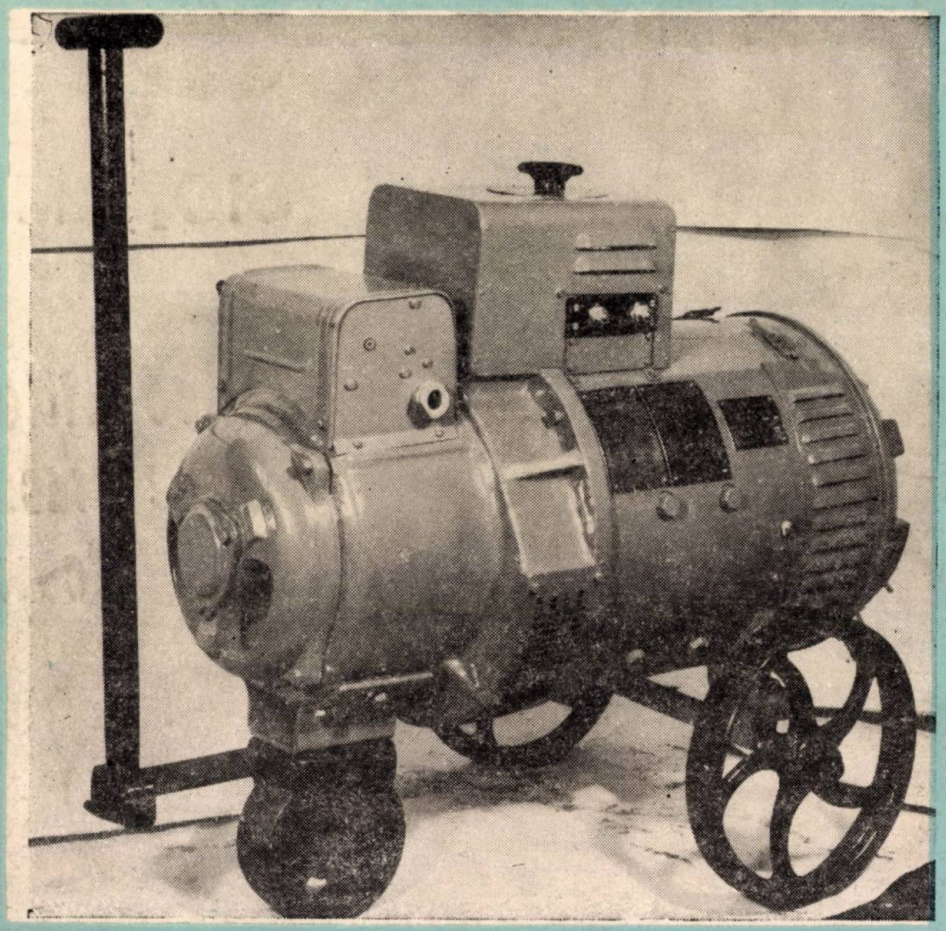


Pentru orice fel de materiale

Mașini și aparate de precizie,
Textile, Pielărie, Alimente etc.
Expuse degradării prin umezeală
Apără de rugină, mucegăire, putrezire
și alte efecte dăunătoare
provocate de umiditate.
Se poate regenera ușor prin simpla
încălzire fără pierdere.

UPSOM

PRODUS AL UZINELOR DE PRODUSE SODICE OCNA MUREȘ

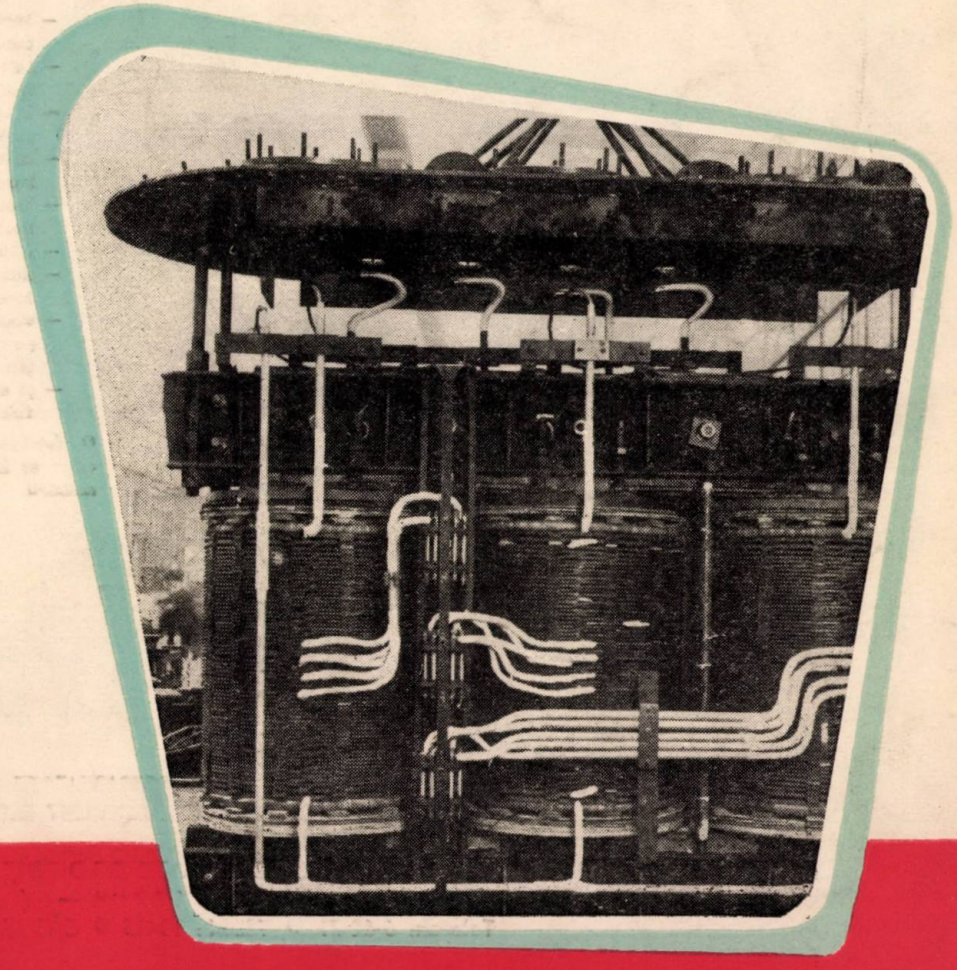


E 2040

R

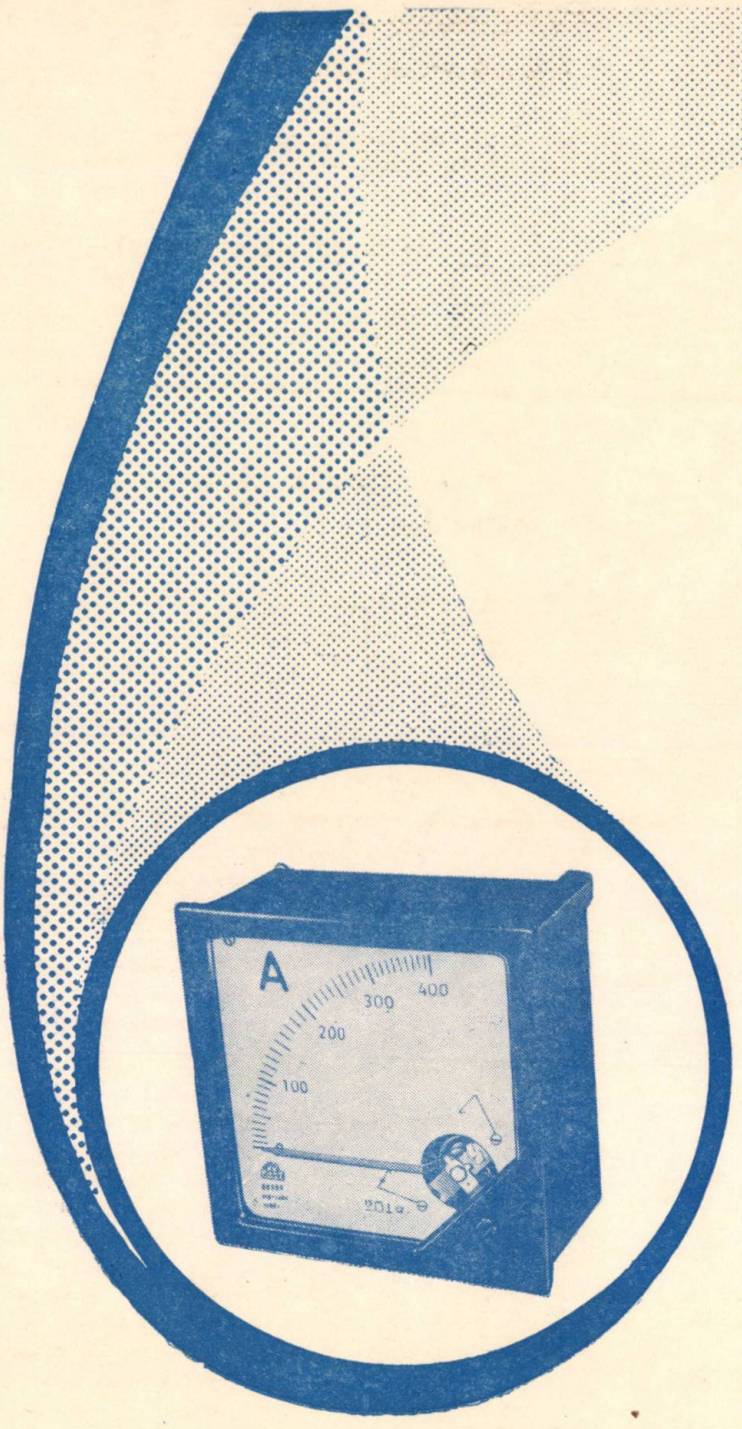
ELECTROTEHNICA

REFERATIVA



9

Electrotehnica—Bucureşti ★ Anul 9 ★ nr. 9 ★ p. 301—340 ★ septembrie 1961



„Elektrim"

oferă un variat sortiment de instrumente electrice de măsură de tablou:

- **cu cadru mobil**
- **electromagnetice**
- **electrodinamice**
- **de inducţie**

de diferite construcţii, clase de precizie şi pentru diverse aplicaţii:

În acest domeniu

„Elektrim"

exportă:

- **instrumente de măsură pentru măsurarea curentului continuu şi alternativ**
- **instrumente de măsură pentru măsurarea tensiunilor continue şi alternative**
- **instrumente de măsură pentru măsurarea puterilor active şi reactive**
- **instrumente de măsură pentru măsurarea frecvenţelor**
- **instrumente de măsură pentru măsurarea factorului de putere (cos φ)**
- **coloane de sincronizare**
- **instrumente de măsură pentru tablouri de aparate**
- **echipamente pentru tablouri de măsură pentru înregistrarea tensiunilor şi curenţilor**
- **şi alte instrumente de măsură pentru tablouri**

O documentare tehnică detaliată şi oferte comerciale se trimit la cerere adresate direct la societatea noastră

„Elektrim"

SOCIETATE POLONEZĂ CU RESPONSABILITATE LIMITATĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE ECHIPAMENT ELECTROTEHNIC

VARŞOVIA 2, CZACKIEGO 15/17, POLONIA
Telegrame: ELEKTRIM — WARSZAWA
Telefon: 6-62-71 ● TELEX: 10415 ● CĂSUŢA POŞTALĂ: 254

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 9 septembrie 1961

CUPRINS

CZ 621.327.42 :535.371

Avramescu A. și *Macrin Gh.* : **Surse moderne de lumină. fenomenele fizice din lămpile fluorescente**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 301–310

Se descriu fenomenele fizice fundamentale din lămpile cu descărcări în vapori de mercur de joasă și înaltă presiune, discutîndu-se factorii care influențează parametrii de funcționare și construcție ai lămpilor luminescente și fluorescente respective : plasma, luminoforii, temperatura mediului ambiant, dimensiunile de gabarit, tensiunea rețelei, curentul absorbit și condițiile de exploatare. Se face o comparație a noilor surse de lumină fluorescente cu lămpile incandescente. Se arată condițiile unei bune funcționări și mijloacele pentru eliminarea unor neajunsuri, dîndu-se sfaturi pentru alegerea judicioasă a culorilor și dispoziției în vederea obținerii unui luminat eficace și estetic.

CZ 621–327.42 :628.972.3

Cividjian Gr., *Pușcașu S.*, *Wolf M.* : **Calculul iluminărilor produse de izvoare liniare cu tuburi fluorescente**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 311–316

Se arată că particularizînd relațiile generale de calcul al iluminării la cazul izvoarelor liniare luminoase formate cu corpuri de iluminat cu tuburi fluorescente CK 12–240, în fabricație curentă în R.P.R., se obțin relații și curbe care permit calculul expeditiv al iluminării produse de izvoare liniare luminoase sau cîmpuri formate din izvoare luminoase liniare paralele de lungime infinită sau finită.

CZ 621.327.42+621.327.32

Macrin Gh. : **Lămpile cu descărcări în gaze și vapori de mercur, folosite în iluminatul general**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 316–324

Se descriu construcțiile, modul de funcționare și aparatele de pornire și limitarea curentului pentru lămpile cu vapori de mercur de joasă și înaltă presiune și lămpile cu xenon, folosite îndeosebi în iluminatul general. Se dau caracteristicile tehnice ale lămpilor. Se discută comportarea lor în exploatare și condițiile minimale pentru a obține avantajele pe care le acordă iluminatul fluorescent : iluminări cît mai puternice, o justă alegere a culorilor, montaj și întreținere corespunzătoare.

CZ 628.94 :621.327.32

Papagheorghe N. și *Macrin Gh.* : **Corpuri de iluminat pentru lămpi fluorescente tubulare**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 324–333

Se arată dificultățile ce apar în perioada de introducere a iluminatului fluorescent în locul celui cu incandescență. Se discută condițiile generale pe care trebuie să le îndeplinească noile corpuri de iluminat pentru lămpile fluorescente tubulare. Se descriu apoi cîteva serii de corpuri de iluminat utilizate în R.P.R. dîndu-se desenele de gabarit, curbele fotometrice și caracteristicile electrice și utilizarea lor.

CZ 628.972 :66/69

Pușcașu S. : **Considerații asupra alegerii tipului de izvor de lumină în halele industriale din industria construcțiilor de mașini**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 333–337

Se arată că într-o serie de sectoare ale întreprinderilor din industria constructoare de mașini s-a introdus sau este în curs de introducere iluminatul cu tuburi fluorescente sau cu lămpi cu vapori de mercur. La alegerea unuia sau altuia din cele două izvoare luminoase trebuie avute în vedere mai multe criterii. În lucrare se descriu criteriile de care trebuie ținut seama în alegerea izvorului de lumină.

RECENZII, 337
DOCUMENTARE, 338–339
CRONICĂ, 340
BREVETE R.P.R., 340

Fotografia de pe coperta I reprezintă un transformator de 560 kVA realizat de uzinele „Electroputere"—Craiova, iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă un motor de curent continuu pentru vase construit de fabrica de mașini electrice — București.

MŰSZAKI EGYETEM 1883

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 9 București, septembrie 1961

Surse moderne de lumină. Fenomenele fizice din lămpile fluorescente

Aurel Avramescu și **Gheorghe Macrin** — București*

Introducerea pe scară largă a iluminatului fluorescent în țara noastră impune, în primul rînd, cunoașterea principiilor fizice fundamentale și a factorilor care influențează parametrii noilor surse de lumină. De asemenea, trebuie cunoscute avantajele și dezavantajele lămpilor fluorescente față de cele cu incandescență.

CZ 621.327.42 : 535.371

Cerințele crescînde ale industriei și ale marii mase a oamenilor muncii, împreună cu progresele mari realizate în tehnica modernă a iluminatului artificial, impun în condițiile desăvîrșirii socialismului o revizuire a atitudinii noastre față de problemele variate ale iluminatului, acum cînd a început producerea în țară în mare serie a lămpilor fluorescente de cea mai înaltă calitate. Cum interesul nostru al tuturora trebuie să fie concentrat asupra realizării unor produse și instalații de cea mai bună calitate, cum avem sarcina de a introduce tehnica modernă în producție și în exploatări, trebuie să asigurăm un deplin succes introducerii surselor moderne de lumină în uzul curent al industriei, al comunicațiilor și al marilor mase populare [1].

De aceea, în preajma introducerii pe o scară largă a noilor surse luminoase fabricate de către industria noastră, se impune o examinare atentă a principiilor fundamentale privind construcția și funcționarea lămpilor luminescente și fluorescente [2]. Trebuie să cunoaștem natura, performanțele și condițiile de exploatare a noilor lămpi și a noilor corpuri de iluminat, pentru a le putea introduce și utiliza cu cea mai mare eficacitate la îmbunătățirea condițiilor de muncă, la evitarea accidentelor de muncă, la ridicarea randamentului și a productivității muncii, la crearea unor condiții propice, agreabile și estetice ale iluminatului artificial în variatele sale utilizări în industrie, în stabilimente publice, în gospodării publice și particulare [2].

* Dr. ing. *A. Avramescu*, membru corespondent al Academiei R.P.R., este șef de secție la ICET.
Fizician *Gh. Macrin* este tehnolog la uzinele „Electrofar".

În acest scop, în cele ce urmează, se vor expune pe scurt principiile fizice fundamentale ale noilor surse de lumină, construcția actuală și caracteristicile lămpilor moderne, [3] insistînd asupra sortimentelor produse în țară, asupra construcției și întrebuințării corpurilor de iluminat de interior și exterior și, în sfîrșit, asupra comportării noilor surse în exploatare.

1. Condiții impuse

Primul criteriu care se impune în mod logic pentru orice sursă de lumină artificială este să fie, cel puțin calitativ, cît mai apropiată de lumina zilei. Cu toate că acest criteriu nu mai are astăzi o valabilitate necondiționată, totuși de la inventarea primei lămpi cu incandescență, de către fizicianul rus Lodîghin în 1873, a trebuit să treacă mult timp pînă la realizarea unor surse luminoase racordate la o rețea electrică, care să reproducă în mod satisfăcător lumina solară. Fizicienii și-au dat de mult seama că, în ciuda progreselor realizate, care au ridicat eficacitatea luminoasă de la 2 lm/W la 10 lm/W și apoi la 20lm/W și mai mult, la lămpile cu filamente duble spiralizate cu gaze nobile (Ar, Kr) utilizarea principiului incandescenței nu poate reuși să creeze surse de culoarea luminii zilei. Profesorul acad. E. Bădărău a arătat în mod clar, într-o conferință ținută încă în 1938, că ridicarea temperaturii filamentului are o limită, ea neputînd, cu materialele ce le cunoaștem, nici pe departe să ajungă la temperatura de circa 6 000°C pe care o are suprafața soarelui [4]. În consecință, atenția cercetătorilor se îndrepta de mult asupra surselor de lumină bazate pe

alte fenomene fizice, mai ales pe fenomenul de luminescență și apoi pe cel de fluorescență [6].

2. Fenomenul luminescenței

Aceste fenomen este în strînsă legătură cu emisiunea de linii spectrale de către corpuri supuse unor excitații. Procesul are loc pe suprafața exterioară a atomilor, cantitatea de energie care se primește de către un atom fiind reemisă într-un timp de ordinul a 10^{-8}s sub formă de cuantă de lumină, adică o radiație monocromatică, emisă conform legii Planck:

$$E_k - E_n = h\nu \qquad (1)$$

Aici E_k este energia electronului exterior după excitație, E_n energia după revenirea lui pe un nivel normal, ν este frecvența liniei spectrale emise, iar h constanta lui Planck [4,5,7].

Fenomenul descărcării electrice între doi electrozi în interiorul unui tub și în prezența unui gaz mai mult sau mai puțin rarefiat a fost studiat amănunțit. Descărcarea poate lua forma unei descărcări luminescente sau în cazul cînd sursa de energie are o capacitate suficient de mare, pe aceea a unui arc electric.

Mecanismul intim al descărcării se poate descrie în felul următor: tensiunea aplicată între cei doi electrozi accelerează electronii liberi înspre anod. În drumul lor, electronii colidează cu atomii gazului pe care îi ionizează despărțindu-i într-o parte încărcată pozitiv și avînd întreaga masă a atomului și un electron negativ. Ionii sînt accelerați înspre catod unde, sosind cu viteză, eliberează prin șoc alți electroni din corpul catodic. Astfel, descărcarea se întețește pînă la stabilirea unui echilibru.

La ciocnirea între un atom de gaz și un electron, energia cedată atomului, $e\Delta E$ (e fiind sarcina unui electron) ridică electronul exterior de pe orbita normală pe o orbită cu o energie cuantică mai ridicată. La limită, dacă ΔE este chiar tensiunea de ionizare, coliziunea duce la separarea electronului exterior de atom. La revenirea electronului în stare inițială el poate să treacă pe diferite orbite stabilite de cuantele energetice ale atomului. Energia ce devine liberă este ΔE și dă o rază cu o lungime de undă, conform ecuației (1) de:

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E}. \qquad (2)$$

Revenirea în stare normală a atomului este legată de diferența cea mai mare de energie și produce radiația de „rezonanță" (fig. 1).

Descărcarea în gaze nu depinde, în general, de temperatura catodului, ci numai de tensiunea U_L între cei doi electrozi. Pierderile se acoperă din puterea electrică wattată $U_L \cdot I$ a cîmpului electric.

Fenomenele luminoase au loc în special în coloana pozitivă și în zona luminescentă a catodului. Căderea de tensiune de-a lungul coloanei pozitive este constantă ($\mathrm{d}U/\mathrm{d}l$-constant). Electronii care se mișcă în apropierea pereților tubului sînt frînați și produc căldură. Încărcările locale produse de acești electroni atrag ioni pozitivi în direcția transversală și îi neutralizează. Pentru compensare a acestor pierderi trebuie să se mențină prin noi io-

Fig. 1. Schema nivelelor energetice principale ale atomului de mercur de joasă presiune și lungimea de undă a radiației emise corespunzătoare în Å.

nizări o diferență de potențial de-a lungul coloanei pozitive. Puterea wattată ce rezultă din această cădere

$$P = I \cdot \frac{\mathrm{d}U}{\mathrm{d}l} \ \mathrm{W/m} \qquad (3)$$

se transformă cu un randament potrivit în radiații luminoase (prin mecanismul expus mai sus) și în căldură, care este disipată prin convecție, conductibilitate și radiație.

3. Proprietățile arcului în vapori de mercur

Lumina se emite aproape integral de coloana pozitivă a descărcării și depinde de valoarea gradientului cîmpului electric conform ecuației (3).

Gradientul de tensiune și densitatea de sarcini ce există într-un loc a tubului de lungime l sînt legate prin legea lui Poisson:

$$\frac{\mathrm{d}(\mathrm{d}U/\mathrm{d}l)}{\mathrm{d}l} = \frac{\mathrm{d}^2U}{\mathrm{d}l^2} = -\varrho. \qquad (4)$$

În zonele în care gradientul $\mathrm{d}U/\mathrm{d}l$ nu este constant se aglomerează sarcini spațiale. O zonă de acest fel se află în fața catodului.

Gradientul variază cu densitatea, deci la temperatură constantă cu presiunea vaporilor de mercur. La curent constant gradientul scade întîi cu creșterea presiunii și atinge la 1/10 torr (mm Hg) un minimum, crescînd apoi în

mod continuu, așa cum se vede din figura 2. La presiunea de o atmosferă (760 torr) gradientul este de 10 V/cm, pe cînd la 300 atmosfere este de 900 V/cm. Arcul consumă astfel puteri din ce în ce mai mari cînd presiunea

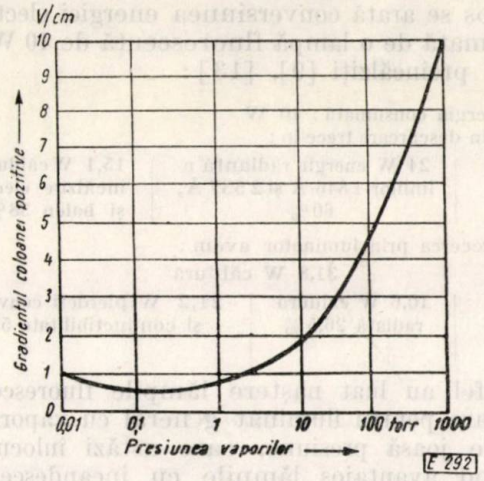


Fig. 2. Variația gradientului de tensiune la curent constant și presiune variabilă în lămpi cu vapori de mercur.

crește. La presiuni mari arcul se subțiază și nu se mai propagă pe întreaga secțiune a tubului, ci numai în regiunea axei lui, astfel că diametrul tubului nu mai influențează atît de mult gradientul și emisiunea de lumină ca la presiuni joase [6].

La joasă presiune există un dezechilibru termic, temperatura echivalentă a electronilor variind de la 15 000 la 20 000°K, iar a gazelor de circa 300°K. Cu creșterea presiunii vaporilor, diferențele se micșorează, astfel că la o presiune de 1 atmosferă ambele temperaturi sînt aproape egale și au valori cuprinse între 4 000 și 8 000 °K.

Caracteristicile luminoase ale arcului de vapori de mercur variază cu presiunea. Atomul de mercur are un spectru care se întinde din infraroșul apropiat pînă la limita de cuarț a ultravioletului și posedă o serie de linii deosebit de puternice în zona vizibilă. La presiuni mai ridicate ale vaporilor intensitatea liniilor crește în zona vizibilă, iar la presiuni și mai ridicate liniile spectrului de emisiune se lățesc și apare un fond luminos continuu care se întinde înspre roșu, apropiind lumina din ce în ce mai mult de lumina zilei.

Se pot preciza următoarele detalii relativ la repartiția intensității spectrale:

a) La presiuni joase și medii, aproape întreaga putere este emisă pe liniile de rezonanță ale atomului, anume 1846 Å și 2 537 Å, ultima emițînd singură 61 % din puterea radiantă totală (Å este unitatea de lungime egală cu 10^{-7} mm).

b) La presiuni mari se observă o repartizare aproape continuă pe zona cuprinsă între 6 000 Å și 2 300 Å. Randamentul luminos este de 30% în această zonă spectrală, care se repartizează pe linii în felul următor: linia 2 537 Å 0,7%; 3 650/63 Å 4,3%; 4 358 Å 2,2%; 5 461 Å 2,8% și 5 770 Å 3,4% [2, 4, 5].

Astfel se explică randamentul deosebit de bun al arcului în vapori de mercur la înaltă presiune. Liniile galbene de 5 770/90 Å și linia verde 5 461 emit împreună 6,2% din întreaga energie luminoasă, sensibilitatea relativă a ochiului fiind de 89%, respectiv 98% pe aceste linii. Linia albastră 4 358 emite numai 6,7% dar și așa este de mare importanță, cu toate că sensibilitatea relativă a ochiului este aici numai de 1,8%, pentru că ea contribuie mult la stabilirea culorii vizibile a arcului în mercur (fig. 5).

4. Fenomenul fluorescenței

Materiile fluorescente au proprietatea de a emite raze luminoase atunci cînd sînt luminate de raze Roentgen sau ultraviolete. La unele din aceste materii efectul luminos durează practic numai atît timp cît există o radiație primară, la dispariția acesteia încetînd și efectul luminos secundar. Există, însă, și alte materii care mai emit lumină și după încetarea radiației primare (fosforescență) [7].

Important și caracteristic în cazul fluorescenței este că radiația care se emite de materiile fluorescente nu este de același fel ca radiația primară excitatoare, în speță nu are aceeași lungime de undă. Pe cînd un corp alb reflectează întreaga lumină ce cade asura lui și unul colorat absoarbe anumite radiații ale spectrului pentru a reflecta altele, în cazul fluorescenței avem de-a face cu un fenomen deosebit: aici se absorb radiații de o frecvență oarecare și se emit radiații de altă frecvență, mai mică (regula lui Stokes). Este vorba deci de un transformator de lumină [8, 9].

Mai există anumite materii luminofore, care nu redau radiații absorbite imediat, ci numai după un oarecare timp. Aceste materii funcționează prin urmare ca acumulatori de lumină.

S-a stabilit că aceste materii nu luminează decît în prezența unei cantități foarte mici de corpuri străine (circa 1‰) și s-a emis următoarea ipoteză asupra luminescenței: radiația primară separă un electron exterior din atomul corpului străin, care electron este reținut de masa materiei luminescente. Energiile interioare, în special mișcarea calorică, readuc electronul la locul lui inițial după un timp foarte scurt (circa 10^{-5} —10^{-8} s) și cu această ocazie energia liberă se emite în formă de radiație. Dacă electronul revine imediat avem fenomenul fluorescenței; în cazul cînd mai este reținut un timp oarecare de masa luminoasă, pentru a reveni mai tîrziu, avem de-a face cu fosforescență.

În ultimii ani aceste ipoteze trebuiau modificate și puse în concordanță cu noile percepte ale fizicii atomice. S-a demonstrat că radiația primară nu excită numai atomii materiei adiționale ci și întreaga masă fluorescentă, energia transmițîndu-se prin această masă pînă la atomii materiei adiționale, care emit lumină. Această transmisiune de energie printr-o materie solidă se concepe astăzi ușor în analogie cu transmisiunea energiei prin cristale.

În urma acestor cercetări s-a ajuns la primele aplicații, în special în legătură cu lămpile de emisiune cu vapori metalici ce emiteau pe lîngă radiațiile vizibile și intense raze ultraviolete. Un exemplu tipic îl formează lampa cu vapori de mercur. Radiațiile ultraviolete ale acestei lămpi urmau să fie transformate de materii fluorescente în raze luminoase. Rezultă două avantaje: (a) mărirea randamentului luminos prin faptul că radiațiile invizibile emise de sursă se transformă în raze vizibile și b) modificarea după voie a culorii luminii emise prin alegerea unei materii fluorescente potrivite. Se caută a se produce prin fluorescență lumină de o culoare care lipsește din spectrul sursei. În cazul lămpii cu mercur se iau substanțe fluorescente ce emit raze roșii și galbene, lumina rezultantă fiind aproape albă, deci analogă cu lumina zilei [2], [7], [8], [9], [11].

Cele mai bune rezultate practice a dat folosirea pentru iluminat a descărcării în arc în vapori de mercur, și anume coloana pozitivă a acestei descărcări. În tuburile cu vapori de mercur se introduce un gaz inert pentru a ușura amorsarea descărcării și în parte pentru stabilizarea ei. Lămpile cu vapori de mercur se umplu în acest scop cu neon sau cu argon la o presiune de 2—3 mm Hg și cu o cantitate dozată de mercur pur calculată în raport cu volumul tubului și presiunea de vapori pe care dorim să o realizăm în acesta, în condițiile de lucru ale lămpii.

5. Caracteristicile lămpilor fluorescente cu vapori de mercur

Utilizarea fenomenului de descărcare în arc cu vapori de mercur pentru iluminatul general a devenit posibilă abia atunci cînd s-a reușit să se activeze electrozii lămpilor, scăzîndu-se căderea de tensiune pe aceștia la cîteva zeci de volți, astfel că lămpile pot fi alimentate la tensiunile uzuale ale rețelelor.

Descărcările în gaze emit în general un flux luminos slab. Ele emit în schimb cantități importante de raze ultraviolete, care la presiuni joase trec de 60% din energia radiată de lampă. Aplicînd pe pereții balonului lămpii cu descărcări în gaze, sau chiar în masa sticlei, substanțe fluorescente, putem transforma radiațiile de mică lungime de undă din ultraviolet în radiații cu lungimi de undă din spectrul vizibil, a căror culoare depinde de felul substanței fluorescente a luminoforului folosit. În felul acesta energia luminoasă emisă de lampă, respectiv fluxul luminos poate fi mărit de la 2% la peste 20% față de energia consumată. În schema de mai jos se arată conversiunea energiei electrice consumată de o lampă fluorescentă de 40 W cu catozi preîncălziți [9], [13]:

— energia consumată: 40 W
— prin descărcare trece în;

0,9 W lumină 2%	24 W energie radiantă a liniilor 1 846 Å și 2 537 Å, 60%	15,1 W căldură — încălzire electrozi și balon 38%

după trecerea prin luminofor avem:

18,2 W lumină 20,5%	31,8 W căldură 10,6 W căldură radiată 26,5%	21,2 W pierderi convecție și conductibilitate 53%

Astfel au luat naștere lămpile fluorescente tubulare pentru iluminat general cu vapori de Hg de joasă presiune, care astăzi înlocuiesc în mod avantajos lămpile cu incandescență.

Altă posibilitate de obținere a unei eficacități luminoase mari în descărcarea în arc a vaporilor de mercur este ridicarea presiunii vaporilor în lampă. Pe această posibilitate se bazează construcția lămpilor cu vapori de Hg de înaltă și foarte înaltă presiune. Acestea se foloseau în general fără luminofor, cu balon mat sau opal pentru a reduce strălucirea. În ultimul timp se folosesc luminofori și în construcția acestor lămpi, astfel că putem vorbi despre lămpi fluorescente de înaltă și foarte înaltă presiune. În discuția noastră vom trata aceste lămpi la un loc sub denumirea de lămpi cu vapori de Hg de înaltă presiune (simbol HP).

5. 1. *Caracteristica amorsării descărcării în tuburi cu vapori de mercur* [2, 4, 7]. Urmărind caracteristica curent — tensiune (fig. 3) a lămpilor cu descărcări în gaze și vapori de mercur, constatăm următoarele: la aplicarea unei tensiuni crescătoare pe tub, începe în acesta o descărcare obscură (regiunea *1*); intensitatea curentului crește repede cu tensiunea. La o anumită valoare a tensiunii, numită tensiune de aprindere sau amorsare (U_a) se produce o descărcare luminescentă însoțită de o cădere bruscă a tensiunii pe lampă, datorită creșterii conductibilității electrice a mediului gazos de descărcare (a plasmei). Căderea de tensiune pe tub (U_1) se stabilizează la o anumită valoare și rămîne constantă la creșterea următoare a intensității curentului (regiunea *2*). Acesta este regimul normal al lămpilor „cu licărire". La o anumită valoare a curentului însă catozii încep a se încălzi și apoi a emite ioni, fenomen însoțit de o nouă creștere a tensiunii pe lampă (regiunea *3* numită „anormală"). În această regiune lucrează lămpile starterelor. La o anumită valoare a tensiunii și curentului se trece la descărcarea în

arc : tensiunea pe lampă cade brusc la aproape jumătate, în timp ce curentul crește datorită scăderii rezistenței electrice a tubului (regiunea 4). Odată cu creșterea intensității curentului

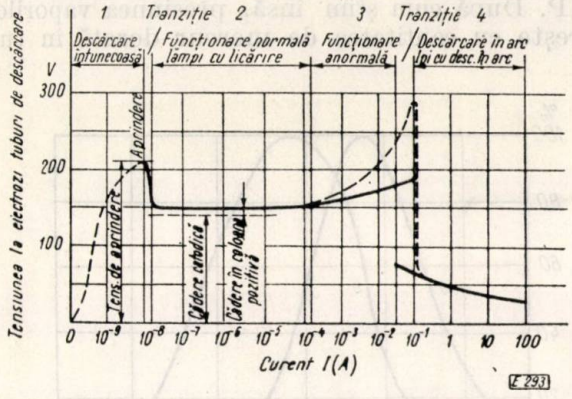


Fig. 3. Caracteristica curent-tensiune a lămpilor cu descărcări în gaze și vapori de Hg la joasă presiune.

în lampă crește și temperatura și presiunea vaporilor de mercur pînă la evaporarea completă a acestora, putînd merge mai departe pînă la distrugerea lămpii. Pentru a opri această distrugere este necesar să introducem în serie cu lampa aparate de stabilizare a curentului (rezistențe ohmice, inductanțe, capacitanțe) care să preia căderea de tensiune disponibilă, după aprinderea lămpilor.

Dacă după aprinderea arcului tensiunea de alimentare se reduce la o valoare mai mică decît căderea de tensiune pe lampă, arcul se stinge. În cazul alimentării cu curent alternativ cu frecvența de 50 Hz vom avea deci 100 de întreruperi pe secundă. Aceasta este cauza efectului numit stroboscopic, cunoscut la lămpile cu descărcări în gaze, alimentate cu curent alternativ. Aparatele de stabilizare au și rolul de a reduce acest efect. În felul acesta aparatele de preconectare și stabilizare a curentului sînt absolut necesare în montajele lămpilor cu descărcări în gaze și vapori de Hg.

5. 2. *Distribuția spectrală a noilor surse luminoase.* În tabela 1 se dau distribuțiile de culoare pentru cele mai utilizate surse de lumină artificială, și anume : lămpile cu incandescență, lămpile fluorescente de joasă presiune, culorile CC (33), EE (55), CD (34) și DI (29), lămpile de înaltă presiune HO, lămpile de foarte înaltă presiune fluorescentă (HP) și lămpile ML (Mischlicht = lumină amestecată, HP + lampă cu incandescență) [3, 7, 8, 9].

În figura 4 se dau diagramele distribuției relative a luminii unor surse artificiale de lumină în raport cu lumina zilei, pentru a se vedea din nou superioritatea lămpilor fluorescente. Trebuie să menționăm că sensibilitatea ochiului omenesc nu este identică pentru toate culorile (fig. 5), ea fiind foarte redusă pentru roșu și violet, astfel că diferențele dintre lumina zilei și sursele artificiale de lumină în această regiune nu sînt apreciate de ochiul nostru în aceeași măsură ca cele ce intervin în regiunile de mare sensibilitate a acestuia. Mai mult, vizibilitatea (sensibilitatea relativă) a ochiului pentru diferite culori variază și cu intensitatea luminii. Avem o sensibilitate pentru lumina de zi și alta pentru amurg (fig. 5). Ochiul percepe de obicei numai o mică parte din radiația totală a sursei luminoase. Pentru o anumită lungime de undă ochiul recepționează sub formă de lumină numai procentul dat de curba vizibilității (fig. 6).

Tabela 1 *

Distribuția relativă a luminii, în procente

Culoarea	Lumina zilei	Bec electric	Lămpi fluorescente :				Lămpi HP :		
			33 (CC)	55 (EE)	34 (CP)	29 (BI)	HO	HP	ML
Violet	0,25	0,005	0,10	**0,15**	0,01	0,006	0,001	0,008	*0,15*
Indigo	0,25	0,05	*0,35*	0,41	0,37	*0,27*			
Albastru	0,91	0,23	0,35	**0,65**	0,57	0,14	0,60	0,45	0,53
Albastru-verzui	11,1	5,3	5,3	*0,6*	*5,7*	2,55	0,67	0,54	3,2
Verde	40,8	**32,7**	*36*	*43,3*	*38,3*	28,8	**49,1**	**47**	*43,6*
Galben	36,2	**42,2**	48,4	*37,5*	43,3	56,4			
Portocaliu	10	17,7	*9,3*	*8,2*	*11,3*	11	**49**	**44,4**	**42,7**
Roșu	0,7	1,8	0,3	0,34	0,47	0,34	0,81	7,65	9,95

*Valorile notate cu cifre cursive sînt cele mai apropiate de lumina zilei, iar cele cu cifre negre se depărtează cu cel mult 20 % față de lumina zilei sau sînt cele mai apropiate de cele din tabele. Se constată superioritatea lămpilor fluorescente de joasă presiune față de toate celelalte tipuri de lămpi și îndeosebi față de lămpile incandescente.

6. Factorii care influențează parametrii de funcționare și construcție ai lămpilor cu vapori de Hg

6.1. *Mediul de descărcare* (plasma) este primul factor care influențează proprietățile lămpilor ; eficacitatea luminoasă a acestora variază puternic cu presiunea, așa cum se vede din

figura 7. Diagrama variației eficacității luminoase cu presiunea vaporilor de Hg prezintă un maxim pentru presiunea $6-10\cdot101^{-3}$ torr. În această regiune funcționează lămpile cu vapori de Hg de joasă presiune. Peste 100 torr eficacitatea crește din nou cu presiunea. Pe acest fapt se bazează construcția lămpilor HP. După cum știm însă, presiunea vaporilor crește cu cantitatea de mercur dozată în tub

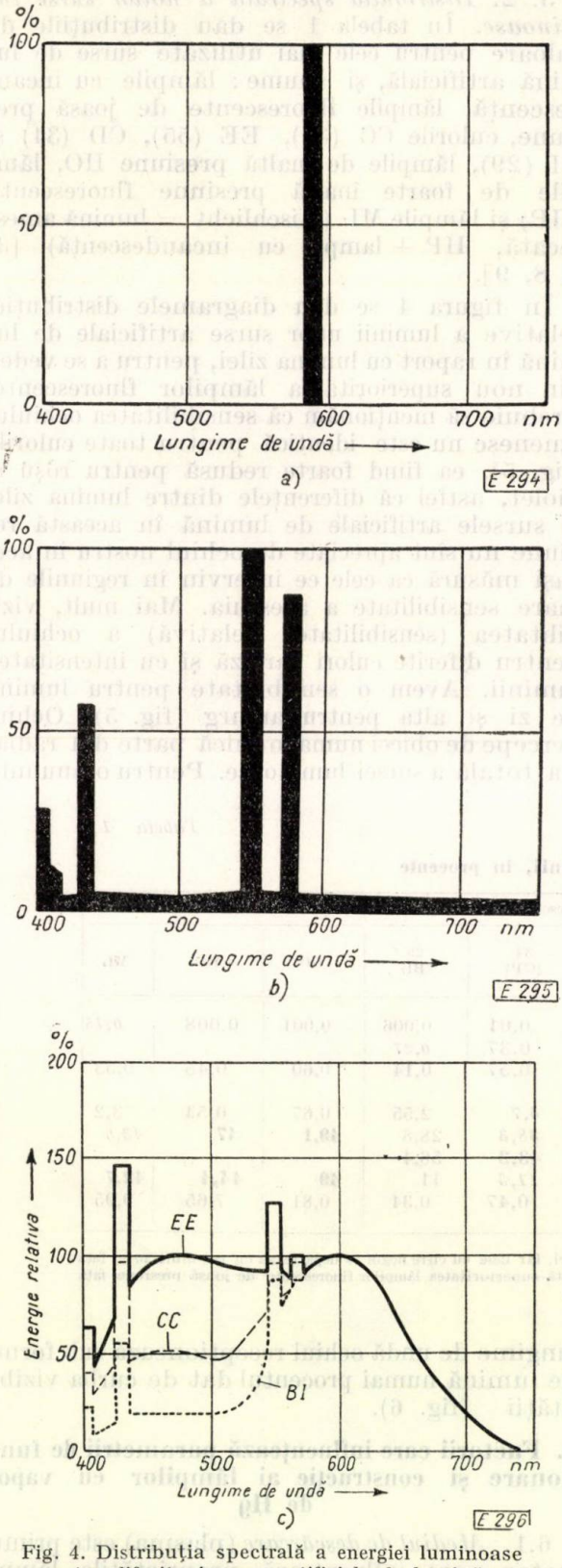


Fig. 4. Distribuția spectrală a energiei luminoase pentru diferite izvoare artificiale de lumină :
a — lampa cu vapori de sodiu ; *b* — lampa cu vapori de Hg de înaltă presiune ; *c* — lampa fluorescentă, culoarea, lumina zilei (EE), culoarea alb (CC), culoarea alb cald (BI).

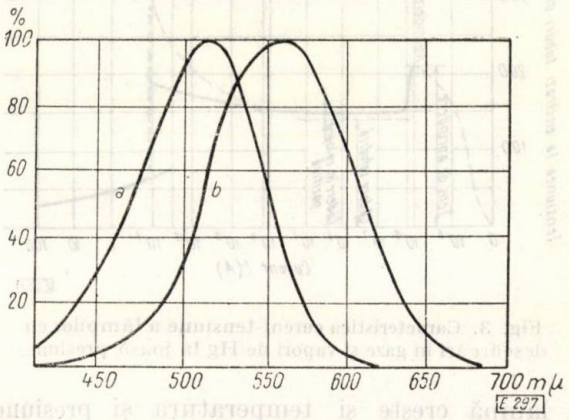


Fig. 5. Curbele de sensibilitate spectrală ale ochiului omenesc :
a — sensibilitatea pentru lumina crepusculară ;
b — sensibilitatea pentru lumina de zi.

și cu temperatura de funcționare a acesteia. Temperatura vaporilor de Hg în tubul cu descărcare nu este egală cu aceea a pereților tubului și relativ mult mai mare decît aceasta, totuși ea depinde de temperatura pereților care nu trebuie să se reducă sub anumite valori. Reducerea temperaturii duce indirect la reducerea eficacității luminoase [2,9].

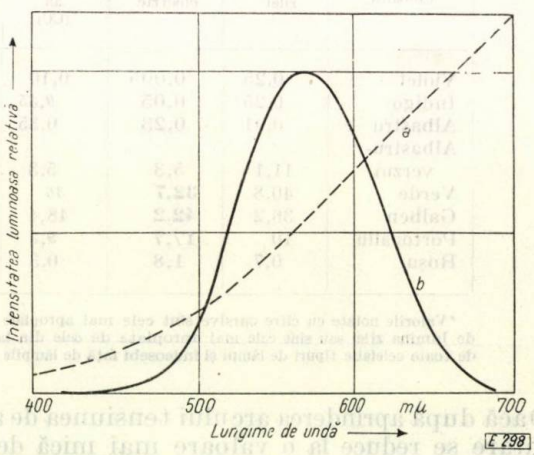


Fig. 6. Distribuția radiației totale emise de lampa cu incandescență *(a)* și eficiența spectrală a ochiului *(b)*.

6. 2. *Luminoforii aleși pentru lămpile fluorescente de joasă presiune* sînt tocmai aceia care au cea mai mare eficacitate la excitația liniilor de rezonanță ale mercurului. Luminoforii folosiți individual nu dau lumină albă,

ci una de o anumită culoare în funcție de compoziția și gradul de puritate ale luminoforului. Anumite impurități dozate schimbă culoarea emisă, sau măresc capacitatea de emisie a acesteia. Astfel silicatul de zinc pur nu ab-

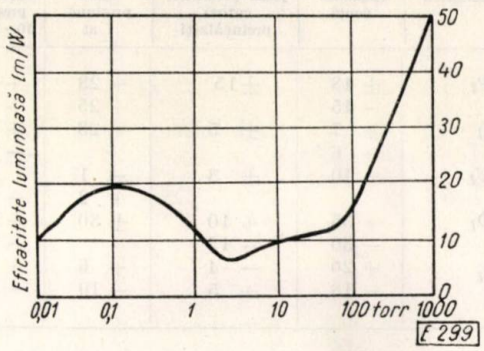


Fig. 7. Variația eficacității luminoase a arcului în vapori de mercur cu presiunea vaporilor.

soarbe (nu este excitat de radiații) cu lungimi de undă peste 2200 Å. După excitarea cu mangan banda de absorbție se lărgește trecînd de 2 537 Å și deci luminoforul poate fi folosit pentru lămpi fluorescente. În tabela 2 se dau o serie de luminofori folosiți în fabricația lămpilor fluorescente arătîndu-se benzile de absorbție în ultraviolet, benzile emise în spectrul vizibil, precum și culoarea principală a luminii. În afară de aceștia se folosesc și alți luminofori din care foarte importanți sînt fosfații halogenați $(PO_4)_2MH_2$, unde M este un metal bivalent (Ca, Sb, Mn...) și H un halogen (F sau Cl) (în tabelă s-a dat activatorul, în paranteze). Atît la absorbție cît și la emisie luminoforii prezintă curbe cu un maxim (λ max.). Combinînd mai mulți luminofori și folosind activatori în proporții diferite obținem nuanțele de culoare dorite. Eficacitatea luminoasă a luminoforilor fiind diferită vom avea eficacități luminoase diferite și pentru amestecurile folosite.

Eficacitatea luminoasă a luminoforilor depinde de temperatura de lucru, avînd un maxim la temperaturi de 35—45°C. Peste 150° C scăderea eficacității se face brusc astfel că folosirea luminoforilor pentru lămpile HP este condiționată de limitarea temperaturii balonului de protecție la cel mult 150°C. Eficacitatea luminoforului mai depinde de granulația acestuia (în ultimii ani s-a mărit cu 10% eficacitatea numai prin dozări în granulație între 3—30 μ [16]), grosimea stratului și alți factori mai puțin studiați. Astfel, ea slăbește cu timpul prin absorbția unui strat superficial de Hg, lucru care explică în parte scăderea fluxului luminos cu durata lămpilor fluorescente. Această depreciere însă nu este aceeași pentru toți luminoforii. Astfel de factori explică importantele diferențe ce există între culorile și calitatea lămpilor fluorescente, cum și marile posibilități de îmbunătățire a acestora [2, 9].

6. 3. *Influența temperaturii mediului ambiant* [3, 10]. Se exercită în trei direcții: schimbarea presiunii vaporilor de Hg în tub, mărirea sau reducerea eficacității luminoase a luminoforilor și variația tensiunii de aprindere a lămpii. În figura 8 se arată variația fluxului luminos cu temperatura medie pentru lămpile fluorescente, de joasă presiune (*A*), de înaltă și foarte înaltă presiune (*B* și *C*). Din diagramă se vede că lămpile HP sînt cele mai sensibile la variațiile de temperatură ale mediului. În figura 9 se arată variația tensiunii de aprindere a unei lămpi fluorescente pentru iluminat exterior și temperatura mediului ambiant. Aceasta are un minim la temperatura de +20°C (162 V), în timp ce la —20° C și +60° C U_a crește la 225 V. Acest fapt explică de ce lămpile fluorescente obișnuite nu se aprind la temperaturi prea scăzute (sub 5°C) sau prea ridicate (peste 60°C) și de ce se impune, în astfel de cazuri, utilizarea de lămpi de construcții speciale cu aparatele de preconectare care să asigure tensiunile de aprindere necesare așanumitele lămpi pentru iluminat exterior și balasturi pentru aceste lămpi.

Tabela 2

Compoziția luminoforului	Banda de absorbție		Banda de radiație		Culoarea principală a luminii
	limite Å	X max. Å	limite Å	X max. Å	
$CaWO_4$ (Mn)	2 200—3 000	2 720	3 800—7 000	4 400	Albastru
$MgWO_4$	2 200—3 200	2 850	3 800—7 200	4 800	Alb-albăstrui
Zn_4SiO_3 (Mn)	2 200—2 960	2 537	4 500—6 200	5 250	Verde
$(Zn—Be)SiO_3$(Mn)	2 200—3 000	2 537	4 500—7 200	5 950	Alb-gălbui
$CdSiO_3$(Mn)	2 200—3 200	2 400	4 300—7 200	5 950	Galben-roz

6.4. *Influența dimensiunilor de gabarit* [2,3]. Caracteristicile lămpilor variază cu dimensiunile de gabarit ale acestora, și anume la aceeași densitate de curent intensitatea curentului din lampă crește cu diametrul acesteia, la creșterea lungimii lămpii pentru același gradient al coloanei pozitive crește căderea de tensiune pe lampă. În ambele cazuri se mărește puterea consumată și eficacitatea luminoasă. Căderea de tensiune pe lampă variază

cu diametrul, lungimea arcului și cu intensitatea curentului după relația:

$$U_1 = \left(\frac{a \cdot L_e}{b + I_1} + c\right) \text{V}, \qquad (5)$$

unde a și b sînt constante care depind de diametrul tubului, L_e este distanța dintre electrozi egală cu lungimea arcului, c este căderea de tensiune pe electrozi, care în cazul lămpilor fluorescente cu electrozi preîncălziți activați are valoarea 12—15 volți.

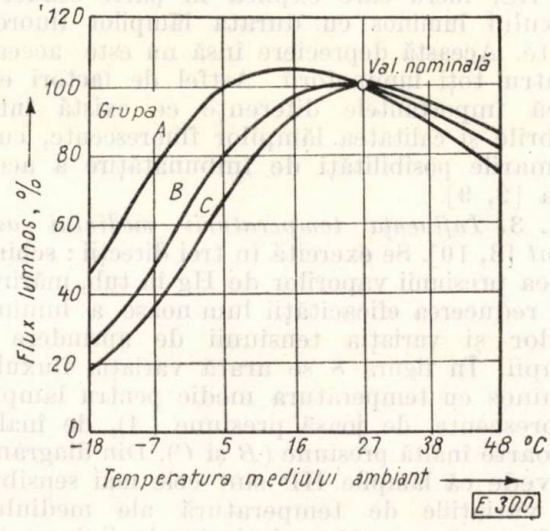


Fig. 8. Variația fluxului luminii total emise de lămpile cu vapori de Hg în raport cu temperatura mediului ambiant.

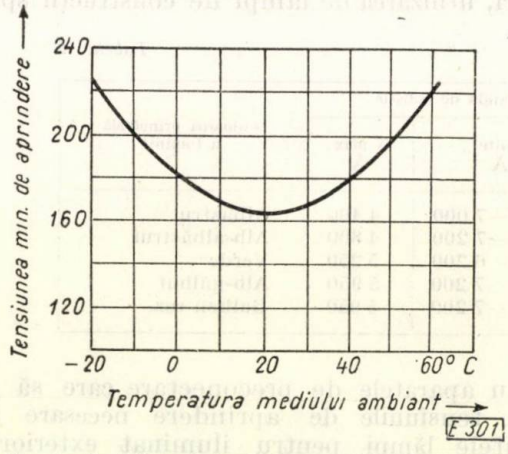


Fig. 9. Variația tensiunii de aprindere (U_a) a unei lămpi fluorescente cu temperatura mediului ambiant.

6.5. *Influența tensiunii rețelei* [2]. Variația tensiunii în rețeaua de alimentare are influențe considerabile asupra caracteristicilor lămpilor cu descărcări în gaze și vapori de Hg. Pentru variațiile obișnuite de ±10% această influență nu este atît de importantă pentru lămpile fluorescente ca pentru cele incandescente, cum arată tabela 3, care redă variația caracteristicilor principale ale lămpilor cu o variație de ±10% a tensiunii rețelei.

Tabela 3

Caracteristica	Lămpi cu incandescență	Lămpi fluorescente, joasă presiune, catozi preîncălziți	Lămpi HP	
			mare presiune, 1 at	foarte mare presiune, 10—30 at
P_l	± 18 — 15	±15	+ 23 + 25	+ 23 + 27
I_l	+ 7 — 6	± 5	+ 23	+ 17 — 10
U_l	± 10	± 3	— 1 + 2	0 — 15
Φ_l	+ 35 — 30	+ 10 — 12	± 30	+ 22 — 30
η_l	+ 20 — 18	— 4 + 5	+ 6 — 10	+ 5 — 15

Din tabela 3 se remarcă îndeosebi variația redusă a caracteristicilor U_l și Φ_l (fluxul emis de lampă) în cazul lămpilor fluorescente de joasă tensiune în raport cu variația puternică a acestor caracteristici pentru lămpile incandescente și lămpile HP. Acestea din urmă în condiții de temperatură defavorabile se pot stinge la o variație sub 10% a tensiunii rețelei.

6.6. *Variația puterii consumată de lămpile cu vapori de mercur* (P_l) arată un maximum pentru un anumit raport optim U_l/U_t, care în cazul lămpilor HP este de circa 0,71 (fig. 10). Acest maxim corespunde regimului de funcționare normală a lămpilor, cînd întreaga cantitate de Hg este evaporată și se găsește la

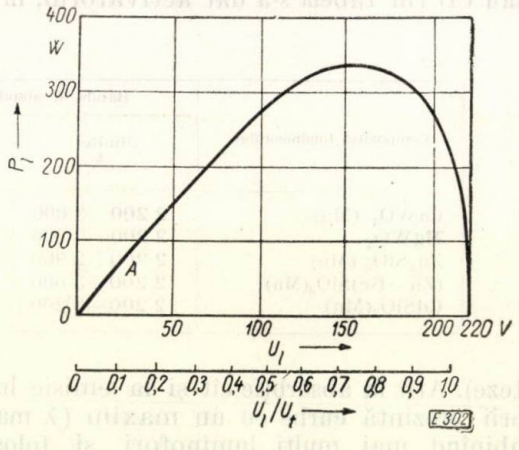


Fig. 10. Variația puterii consumate de o lampă (P_l) cu vapori de Hg de înaltă presiune cu tensiunea rețelei (U_t).

supratensiunea prescrisă. Puterea consumată este în echilibru cu cea disipată. Scăzînd tensiunea rețelei (U_t) scade și (U_l), raportul U_l/U_t se schimbă astfel că P_l scade repede. Punctul critic este reprezentat prin momentul cînd începe condensarea vaporilor de Hg, fapt care schimbă toate caracteristicile lămpii și aceasta se stinge [1, 2].

6.7. *Influența creșterii curentului lămpii* este reprezentată în diagramele din figura 11 care arată o creștere a eficacității luminoase corespunzătoare condițiilor optime de excitație a vaporilor de mercur la o anumită intensitate

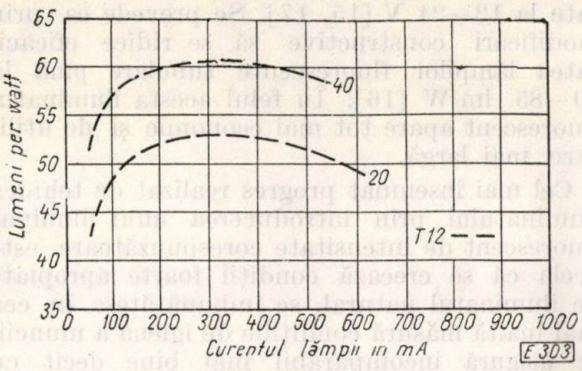


Fig. 11. Variația eficacității luminoase cu curentul lămpii.

a curentului. Diagramele sînt trasate pentru două lămpi fluorescente de 20 respectiv 40 W [1, 2, 3, 9].

6.8. *Influența formei curentului.* Aparatele de preconectare trebuie să schimbe forma curentului în sensul dorit. În figura 12 se dă oscilograma căderii de tensiune pe sistemul unei lămpi fluorescente de joasă presiune cu un balast inductiv în serie. Se vede că forma curbei de tensiune este alterată, astfel că U_t se menține aproape permanent peste valoarea lui U_l, făcînd salturi bruște la schimbarea sensului curentului. Tensiunea de alimentare intervine în forma curentului prin frecvența acestuia în cadrul curentului alternativ. S-a constatat că în cazul lămpilor fluorescente trebuie preferați curenții cu frecvențe ridicate,

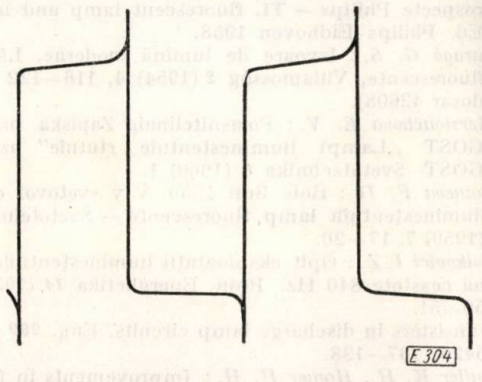


Fig. 12. Oscilograma căderii de tensiune pe sistemul unei lămpi fluorescente în serie cu un balast inductiv (schematic).

peste 400 Hz. Studiile sovietice au arătat că alimentînd lămpile fluorescente la o frecvență de 840 Hz, în loc de 50 Hz, s-a obținut o mărire a duratei lămpilor cu 33 % și o reducere a scăderii fluxului luminos cu durata de numai 12 % față de 20 % după 10 000 ore de funcționare, în cazul alimentării cu frecvența de 50 Hz. Aprinderea lămpilor la aceste frecvențe mari se face mai ușor și fluxul luminos este mai constant [14]. La 1 000 Hz eficacitatea luminoasă a lămpilor este cu cca. 10 % mai ridicată decît la 50 Hz.

Aparatele de preconectare necorespunzătoare pot reduce durata lămpilor și înrăutăți toate caracteristicile acestora [17].

7. Influența condițiilor de exploatare [9]

Condițiile de exploatare în afara celor amintite (temperatura, tensiunea rețelei) pot interveni pentru deprecierea lămpilor cu vapori de mercur. Un factor important din acest punct de vedere este numărul de aprinderi în exploatare ale lămpilor care reduce durata acestora. Astfel, o lampă fluorescentă care durează 6 000 ore cînd funcționează în medie 12 ore la o aprindere, își reduce durata la 2 500 de ore cînd funcționează numai 3 ore la o aprindere. Fenomenul de depreciere a lămpilor funcție de numărul de aprinderi se explică prin degradarea catozilor care sînt solicitați puternic în perioadele de aprindere. Prin degradarea catozilor se depun pe pereții tubului straturi negre de metal care reduc fluxul luminos, iar tensiunea lor de aprindere crește.

La lămpile HP intervin și alți factori de degradare din care cel mai important este variația puternică a temperaturii și presiunii în tub în timpul exploatării (la întreruperi), care înrăutățește puritatea mediului de descărcare și scade rezistența mecanică a tubului care eșuează prin crăpare.

O scădere bruscă a fluxului luminos se remarcă la toate lămpile cu vapori de Hg în perioada de stabilizare care durează circa 100 de ore, după care scăderea fluxului luminos se face foarte lent. Din această cauză fluxul luminos nominal al lămpilor se indică după 100 ore de funcționare a acestora.

8. Comparație între sursele incandescente și cele fluorescente (luminescente)

Sursele luminoase punctiforme reprezentate de filamentele lămpilor cu incandescență avînd o mare strălucire necesită mascarea lor. Tuburile luminescente contribuie prin fluxul lor puternic și prin strălucirea relativ redusă a suprafețelor luminoase (0,5—0,7 sb) la realizarea unor iluminări superioare, agreabile și estetice. Lămpile cu vapori de mercur fluorescente excelează printr-un flux luminos puternic și o strălucire redusă care chiar la lămpile HP este mult mai redusă decît la cele cu incandescență (10—15 sb față de 500—1 000 sb la lămpile cu incandescență). Prin strălucirea lor redusă aceste lămpi dau posibilitatea aplicării

unei metode noi în tehnica iluminatului: construcția surselor puternice și a reflectoarelor se simplifică, numărul stîlpilor și dispozitivelor de susținere se micșorează. Aspectul artistic al iluminatului cîștigă mult. Aceste avantaje pot fi luate în considerare la fiecare proiect, la fiecare soluție, la fiecare realizare.

Prin excesul de culoare roșu și galben (fig. 6) lămpile incandescente, mai ales cele uzate sau neîntreținute, împiedicau aprecierea, deci aplicarea culorilor albastru și verzui-deschis. Sursele noi, dominante, permit un joc mult mai larg între surse și obiecte de diferite culori și astfel contribuie larg la rezolvarea unor variate probleme de iluminat [9].

Eficacitatea de 4—6 ori mai mare a lămpilor fluorescente, durata lor de 5 pînă la 7 ori mai mare decît a lămpilor cu incandescență fac ca o lampă fluorescentă de 40 W de pildă să însemne pentru iluminat o capacitate socotită în lumeni-ore de 20 de ori mai mare decît cea pe care o reprezintă un bec electric de aceeași putere.

Noile surse de lumină au însă și unele dezavantaje:

—Timpul de aprindere a lămpilor fluorescente este de 1—10 secunde, iar al lămpilor HP de 1,5 pînă la 10 minute, față de fracțiuni de secundă în cazul lămpilor cu incandescență. Cele mai moderne lămpi cu descărcări, lămpile cu xenon, au eliminat și această defecțiune.

— Lămpile fluorescente de joasă presiune nu se pot executa la randamente ridicate, la dimensiuni atît de reduse ca becurile electrice. Pentru puteri mari în schimb se pot executa lămpi HP sau cu xenon de dimensiuni relativ mult mai mici decît lămpile cu incandescență.

— Efectul stroboscopic este mai mare la lămpile fluorescente decît la becurile electrice. Acest defect se poate însă elimina aproape complet fie prin modul de utilizare în montaje antistroboscopice (duo) fie montînd lămpile pe trei faze diferite de alimentare în curent alternativ, în care caz efectul stroboscopic este mai redus decît al becurilor de aceeași putere.

— Lămpile fluorescente și lămpile HP funcționează în scheme cu aparate de preconectare și stabilizare a curentului care pe de o parte pot produce defecțiuni suplimentare instalației de iluminat, pe de altă parte complică și scumpesc instalația. Astfel, deși mai economice, lămpile fluorescente necesită investiții mai mari la instalarea iluminatului fluorescent, care uneori sînt greu de suportat [11].

Cu toate lipsurile arătate superioritatea noilor surse de lumină este și din punct de vedere economic și al tehnicii iluminatului evidentă față de vechile surse: lămpile cu incandescență. Progrese remarcabile apar necontenit pentru îmbunătățirea constructivă a lămpilor, mărirea eficacității luminoase și extinderea de tensiuni joase de alimentare. În schema cu transistori lămpile fluorescente pot fi alimentate la 12—24 V [15, 17]. Se prevede ca prin modificări constructive să se ridice eficacitatea lămpilor fluorescente tubulare pînă la 80—85 lm/W [16]. În felul acesta iluminatul fluorescent apare tot mai economic și de utilizare mai largă.

Cel mai însemnat progres realizat de tehnica iluminatului prin introducerea unui iluminat fluorescent de intensitate corespunzătoare este acela că se creează condiții foarte apropiate de iluminatul natural, se îmbunătățesc în cea mai înaltă măsură condițiile de igienă a muncii, se asigură incomparabil mai bine decît cu iluminatul cu becuri electrice protecția muncii și creșterea productivității muncii.

Bibliografie

[1] *Ivanov A. P.*: Elektriceskie istociniki sveta. Gosenergoizdat, Moscova, 1955.

[2] *Ivanov A. P.*: Izvoare electrice de lumină. Lămpi cu descărcări în gaze, vol. I—II (trad. rusă) E.E.S. Buc. 1954.

[3] I.E.S. Illuminating Handbook III. Eng. Soc. New York 1957.

[4] *Bădărău E.*: Fizica descărcărilor în gaze. Ed. Acad. R.P.R. București 1957.

[5] *Kapțov N. A.*: Fenomene electrice în gaze și vid. Ed. Tehnică, București 1955.

[6] *Avramescu A.*: O nouă sursă de lumină electrică, lămpile cu mercur luminescente. Bul APDE. IX (1940), 52—64.

[7] * * * Manualul inginerului electrician vol. V. Ed. Tehnică București, 1957.

[8] *Nell W., Neumann E.*: Beleuchtungstechnik. Leuchtstofflampen. (Tehnica iluminatului. Corpuri de iluminat fluorescent și lămpile fluorescente). Leipzig, 1952.

[9] *Zwikker C.*: Eclairage fluorescent. Ed. Philips 1951.

[10] Prospecte Philips — TL fluorescent lamp and ballast, Ed. Philips Eidhoven 1958.

[11] *Faragó G. S.*: Izvoare de lumină moderne. Lămpile fluorescente, Villamosság *2* (1954) 4, 116—122 (IDT-dosar 42608).

[12] *Merzlouchova E. V.*: Poiasnitelinaia Zapiska proektu, GOST „Lampî liuminestentnîe rtutnîe" bzamen, GOST- Svetotechnika *6* (1960) 1.

[13] *Bataeva F. D.*: Role linii 1850 Å v svetovoi otdace liuminestentnîh lamp fluorescente — Svetotehnika *5* (1959) 7, 17—20.

[14] *Volkovici I. Z.*: Opît eksploatații liuminestentnîh lamp na ceastote 840 Hz. Pron. Energhetika *14* (1959), 9, 50—51.

[15] Transistors in discharge lamp circuits. Eng. *209* (1960) 5426, 137—138.

[16] *Butler K. H., Homer H. H.*: Improvements in fluorescent lamp efficiency from particle sise control of phosphors. III Engng. LV (1960), 7, 396—404.

[17] *Lehmann R.*: Betrieb von Leuchstofflampen mit Transistorwechselrichtern. Lichttehn. *8* (1960) 8, 449—451.

Calculul iluminărilor produse de izvoare liniare cu tuburi fluorescente

Grigore Cividjian, Silviu Puşcaşu, Mişu Wolf* – Craiova

Pentru proiectarea corespunzătoare a instalaţiilor de iluminat fluorescent, este necesar calculul iluminărilor produse. Metodele clasice comportă un calcul laborios îngreunînd compararea mai multor variante de distribuţie a izvoarelor de lumină. În acest scop, se propune folosirea unor curbe calculate pentru fiecare tip de corpuri de iluminat şi a unor formule aproximative care simplifică mult calculele.

CZ 628.972.3 :611-327.42

1. Iluminatul cu tuburi fluorescente al halelor industriale, precum şi al altor încăperi cu înălţimea cuprinsă între 5 şi 11 m se face de obicei folosind izvoare liniare [1] şi [2]. În aceste cazuri se pune problema determinării iluminării obţinute în diferitele puncte ale încăperii şi deci, în ultima instanţă, a contribuţiei fiecărui izvor liniar în parte la iluminarea punctului considerat.

Metodele obişnuite de calcul al iluminărilor produse de izvoare luminoase liniare [3], [4] [7], folosesc expresii complicate [1], [4] şi nu permit o apreciere uşoară a diferitelor soluţii ce se ivesc în proiectare. În [5] şi [6] se dau familii de curbe pentru determinarea coeficientului k, care caracterizează poziţia şirului luminos faţă de punctul considerat, eliminînd în acest fel necesitatea folosirii unei relaţii destul de complicate [4].

Curbele din [6] nu permit însă determinarea exactă a coeficientului k, în special pentru izvoare liniare de lungime redusă $\left(\text{cu } n = \frac{l}{h} \leqslant 2\right)$:

l — lungimea şirului

h — distanţa de la planul de lucru la axa izvorului liniar luminos.

În afară de aceasta, metodele din [5], [6] necesită determinarea unei serii de parametri intermediari (unghiuri de înclinare, intensităţi luminoase etc.) care fac calculul iluminării destul de laborios.

2. Problemele studiate

În cele ce urmează se prezintă o metodă extrem de simplă pentru calculul iluminării produse în încăperi cu înălţime medie (5—15 m) de izvoare liniare luminoase finite sau practic infinite formate din corpuri de iluminat cu tuburi fluorescente fabricate în R.P.R. De asemenea, se dă o relaţie foarte simplă pentru determinarea iluminării produse de un cîmp luminos format din izvoare liniare paralele de lungime finită.

Metodele de calcul elaborate au fost verificate experimental în hala A6 de la uzinele Electroputere Craiova.

Pentru uşurarea expunerii, calculele s-au trecut în anexele de la sfîrşitul articolului.

3. Expresia generală a iluminării produse de un izvor liniar luminos

Iluminarea orizontală într-un punct P situat într-un plan Q la intersecţia acestuia cu planul normal pe axa izvorului liniar la extremitatea acestuia la o distanţă d de un izvor liniar luminos continuu paralel cu planul Q este dată de relaţia (12—45) din [3]

$$E_p = \frac{I_0}{4h} (\sin 2\alpha + 2\alpha) \sin^2 \beta, \qquad (1)$$

unde I_0 este intensitatea luminoasă medie în direcţia determinată de unghiul γ.

În cele ce urmează se consideră izvoarele liniare luminoase discontinue, formate din cor-

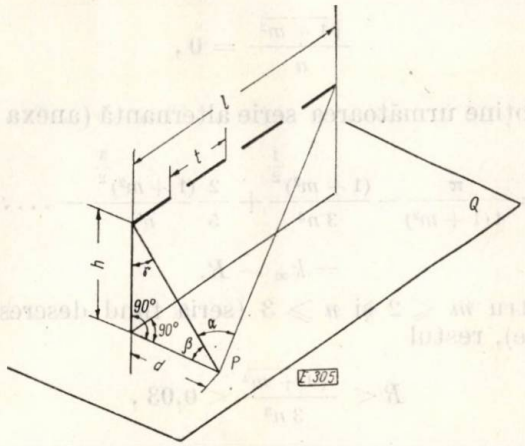


Fig. 1. Poziţia izvorului liniar de lumină în raport cu planul de lucru.

puri de iluminat dispuse la distanţe egale şi suficient de mici pentru a putea considera o intensitate luminoasă medie pe toată lungimea izvorului liniar luminos, pe o direcţie dată. Această intensitate luminoasă medie va fi egală cu

$$I'_0 = \frac{I_0}{t} \text{ [cd/m]} \qquad (2)$$

* Ing. *G. Cividjian* şi *M. Wolf* sînt proiectanţi la Direcţia de sistematizare şi arhitectură a Sfatului Popular Regional-Craiova, iar ing. *S. Puşcaşu* este lector universitar la Craiova.

unde t este pasul izvorului liniar (distanța dintre centrele geometrice a două corpuri de iluminat consecutive) în metri. În acest fel, un izvor liniar continuu devine un caz particular al izvorului liniar discontinuu și anume acela la care pasul este egal cu lungimea corpului de iluminat.

Notînd:

$$\frac{d}{h} = m \quad \text{și} \quad \frac{l}{h} = n,$$

formula (1) pentru iluminarea produsă de izvorul liniar luminos în punctul P devine (anexa 1):

$$E_p = \frac{I_0}{ht} \cdot k, \tag{3}$$

unde

$$k = \frac{1}{2(1+m^2)}\left[\frac{n\sqrt{1+m^2}}{1+m^2+n^2} + \text{arc tg}\frac{n}{\sqrt{1+m^2}}\right]. \tag{4}$$

Se va studia puțin ultima relație. În cazul unui izvor liniar de lungime infinită se obține următoarea expresie simplă pentru k:

$$k_\infty = \lim\left\{\frac{1}{2(1+m^2)}\left[\frac{n\sqrt{1+m^2}}{1+m^2+n^2} + \text{arc tg}\frac{n}{\sqrt{1+m^2}}\right]\right\},$$

$$k_\infty = \frac{\pi}{4(1+m^2)}. \tag{5}$$

Dezvoltînd în serie expresia (4) pentru k, în jurul punctului

$$\frac{\sqrt{1+m^2}}{n} = 0,$$

se obține următoarea serie alternantă (anexa 2):

$$k = \frac{\pi}{4(1+m^2)} - \frac{(1+m^2)^{\frac{1}{2}}}{3n^3} + \frac{2}{5}\frac{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}}{n^5} - \ldots. =$$

$$= k_\infty - R.$$

Pentru $m \leqslant 2$ și $n \geqslant 3$ (seria fiind descrescătoare), restul

$$R < \frac{\sqrt{1+m^2}}{3n^3} < 0{,}03,$$

este deci neglijabil ($k = 0{,}2-0{,}78$). De aici rezultă concluzia importantă că un izvor liniar cu o lungime mai mare decît 3 h este practic echivalent, din punctul de vedere al iluminării produse într-un punct de la capătul lui, cu un izvor liniar infinit. Prin urmare este important să se obțină o relație simplă care să dea valoarea iluminării produse de un izvor liniar de lungime infinită (mai jos se va da expresia coeficientului de corecție pentru izvoarele liniare mai scurte decît 3 h).

4. Iluminarea cu izvoare liniare luminoase discontinue formate din corpuri de iluminat cu tuburi fluorescente de tip determinat

a) *Izvoare liniare de lungime infinită.* Limitîndu-ne la corpurile de iluminat cu tuburi fluorescente de tip CK 12—240, în fabricație curentă în țară, se obține următoarea expresie pentru iluminarea produsă de un izvor liniar discontinuu infinit la capătul acestuia (2), (3)

$$E_{P\infty} = \frac{I_0'}{h} k_\infty = \frac{I_0}{th} k_\infty. \tag{6}$$

Curba fotometrică fiind construită pentru un flux al corpului de iluminat de 1 000 lm iar cele două tuburi avînd fluxul 2 Φ, intensitatea luminoasă este:

$$I_0 = \frac{2\Phi}{1\,000} I_\gamma,$$

unde I_γ este intensitatea luminoasă indicată în curba fotometrică pentru direcția dată (în cd).

Expresia (6) devine

$$E_{P\infty} = \frac{2\Phi}{1\,000}\frac{I_\gamma}{ht} k_\infty. \tag{6'}$$

Se notează

$$\frac{2\Phi I_\gamma}{1\,000\,h} \cdot k_\infty = a.$$

În acest caz iluminarea poate fi pusă sub forma:

$$E_{P\infty} = \frac{a}{t}\ [\text{lx}]. \tag{6''}$$

Așa, de exemplu, pentru tuburile cu lumina albă de 40 W fabricate în țară (PF 40 W/CC'):

$$\Phi = 2\,450 \text{ lm}$$

și

$$a = \frac{2\cdot 2450\, I_\gamma}{1\,000\,h} \cdot k_\infty = 4{,}9 \cdot \frac{I_\gamma}{h} \cdot \frac{\pi}{4(1+m^2)} =$$

$$= 3{,}85 \cdot \frac{I_\gamma}{h} \cdot \frac{1}{1+m^2}.$$

Întrucît curba fotometrică în plan longitudinal diferă întrucîtva de cerc (conform legii lui Lambert ea ar trebui să fie un cerc perfect), în baza căreia s-a calculat iluminarea (1), iluminarea reală va fi cu 8—10% mai scăzută (6) și prin urmare:

$$a = \frac{3{,}85}{1{,}1} \cdot \frac{I_\gamma}{h} \cdot \frac{1}{1+m^2} = 3{,}5 \cdot \frac{I_\gamma}{h} \cdot \frac{1}{1+m^2}. \tag{7}$$

Folosind curba fotometrică a corpului de iluminat CK 12—240 s-a ridicat curba $a = f(m)$ pentru $h = 10$ m (fig. 2), precum și o familie de curbe pentru coeficientul a, în funcție de

distanța d în metri, la diferite înălțimi de suspendare a izvoarelor liniare luminoase deasupra planului de lucru (fig. 3). Aceste curbe permit determinarea directă a coeficientului a în funcție de înălțimea de suspendare deasupra

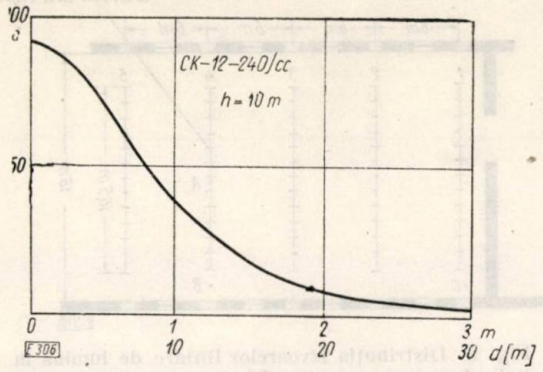


Fig. 2. Valorile coeficientului a în funcție de m pentru corp de iluminat CK 12—240/CC suspendat la 10 m deasupra planului de lucru.

planului de lucru (h) și de distanța punctului considerat de proiecția izvorului liniar pe planul de lucru (d). Coeficientul a o dată determinat,

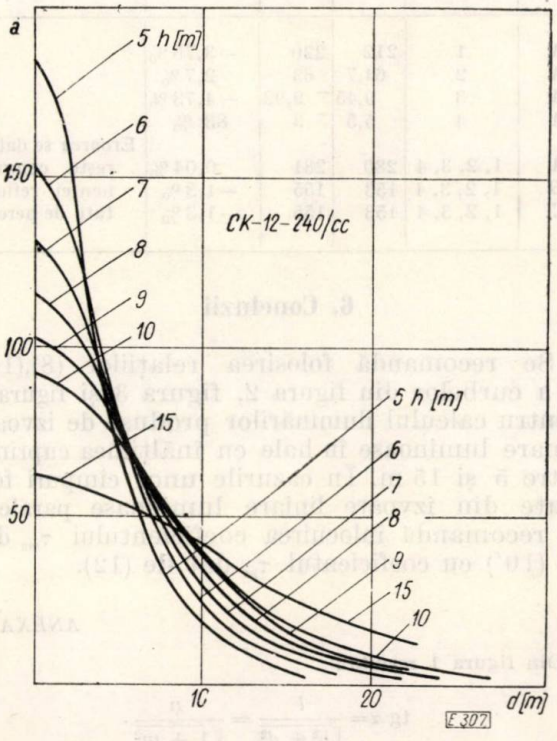


Fig. 3. Valorile coeficientului a în funcție de m pentru corp de iluminat CK 12—240/CC suspendat între 5 și 15 m.

iluminarea în lucși este dată de relația simplă (6''), în funcție de pasul t, în metri. De obicei halele industriale sînt iluminate cu mai multe izvoare liniare luminoase paralele avînd același pas.

În acest caz iluminarea totală este dată de relația

$$E_{P\infty} = \frac{\Sigma a_i}{t}. \qquad (6''')$$

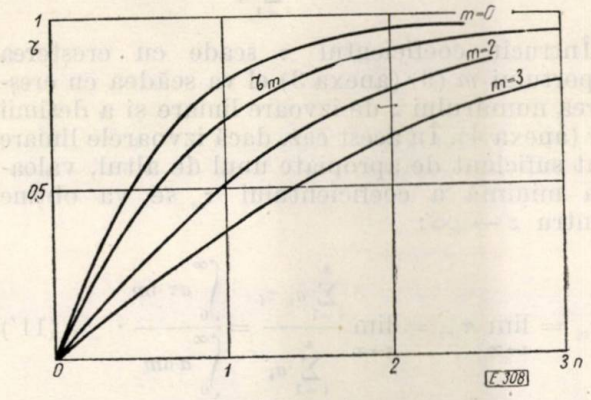


Fig. 4. Valorile coeficientului τ_m și τ pentru diferite valori ale lui m în funcție de n.

b) *Izvoare liniare luminoase de lungime finită.* În acest caz iluminarea în punctul P va fi (3), (6).

$$E_P = \frac{I_0}{th} k = E_{P\infty} \cdot \frac{k}{k_\infty} = \tau E_{P\infty} = \tau \frac{a}{t}, \qquad (8)$$

unde cu τ s-a notat expresia (4), (5):

$$\tau = \frac{k}{k_\infty} = \frac{2}{\pi}\left[\frac{n\sqrt{1+m^2}}{1+m^2+n^2} + \operatorname{arc\,tg}\frac{n}{\sqrt{1+m^2}}\right]. \qquad (9)$$

În figura 4 se dau curbele coeficientului τ în funcție de parametrul n, pentru diferitele valori ale raportului m.

În cazul unui cîmp format din mai multe izvoare liniare luminoase paralele iluminarea în punctul de calcul P va fi (fig. 5):

$$E_P = \sum_{i=1}^{z} \frac{a_i \tau_i}{t_i}. \qquad (10)$$

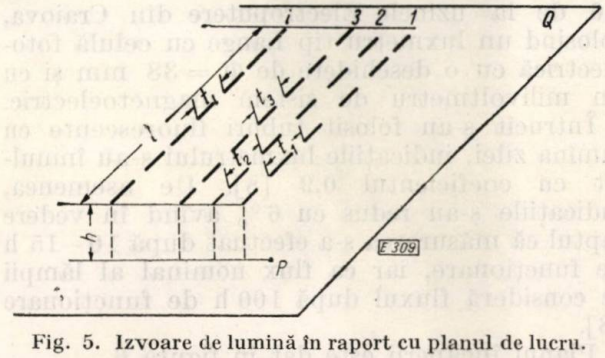


Fig. 5. Izvoare de lumină în raport cu planul de lucru.

Dacă pasul t este același pentru izvoarele liniare atunci iluminarea totală va fi:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{z} a_i \tau_i}{t} = \tau_{mz} \frac{\sum_{i=1}^{z} a_i}{t}, \qquad (10')$$

unde

$$\tau_{mz} = \frac{\sum_{i=1}^{z} a_i \tau_i}{\sum_{i=1}^{z} a_i} \cdot \qquad (11)$$

Întrucît coeficientul τ scade cu creşterea raportului m (9) (anexa 3) el va scădea cu creşterea numărului z de izvoare liniare şi a desimii lor (anexa 4). În acest caz, dacă izvoarele liniare sînt suficient de apropiate unul de altul, valoarea minimă a coeficientului τ_m se va obţine pentru $z \to \infty$:

$$\tau_m = \lim_{z\to\infty} \tau_{mz} = \lim_{z\to\infty} \frac{\sum_{i=1}^{z} a_i \tau_i}{\sum_{i=1}^{z} a_i} = \frac{\int_0^\infty a\tau \, dm}{\int_0^\infty a \, dm} \cdot \qquad (11')$$

Înlocuind în (11′) valorile lui a şi τ date de (7) şi (9) şi aproximînd curba fotometrică a corpului de iluminat în plan transversal cu un cerc, obţinem în urma tuturor calculelor (anexa 5):

$$\tau_m = \frac{n}{\sqrt{1+n^2}} \cdot \qquad (12)$$

Coeficientul mediu τ_m dat de (12) este reprezentat pe figura 4 şi, după cum se observă, valorile sale sînt foarte apropiate de cele ale lui τ_0 (τ corespunzător lui $m = 0$). Datorită acestui fapt se poate folosi în toate cazurile, cînd avem de a face cu un cîmp de izvoare liniare luminoase paralele, coeficientul dat de (12), întrucît dacă numărul de izvoare liniare este limitat (începînd însă neapărat de la $m = 0$) valorile lui τ astfel calculate sînt acoperitoare, iluminările rezultînd mai mici.

5. Verificarea experimentală

Verificarea iluminărilor s-a făcut în hala A6 de la uzinele Electroputere din Craiova, folosind un luxmetru tip Lange cu celulă fotoelectrică cu o deschidere de $\Phi = 38$ mm şi cu un milivoltmetru de sistem magnetoelectric.

Întrucît s-au folosit tuburi fluorescente cu lumina zilei, indicaţiile luxmetrului s-au înmulţit cu coeficientul 0,9 [8]. De asemenea, indicaţiile s-au redus cu 6% avînd în vedere faptul că măsurarea s-a efectuat după 10—15 h de funcţionare, iar ca flux nominal al lămpii se consideră fluxul după 100 h de funcţionare [8].

Planul încăperii este dat în figura 6.

Înălţimea de suspendare deasupra planului de lucru al halei $h = 5{,}8$ m.

Pasul izvorului liniar $t = 1{,}27$ m.

Iluminările s-au calculat cu formulele (8) şi (10′) valorile fiind corectate cu raportul 2 000 : 2 450 al fluxurilor luminoase ale tubului fluorescent cu lumina zilei, respectiv a celui cu lumină albă. Această corecţie este necesară întrucît verificarea s-a făcut folosind tuburi fluorescente PF 40 W (EE) (lumina zilei).

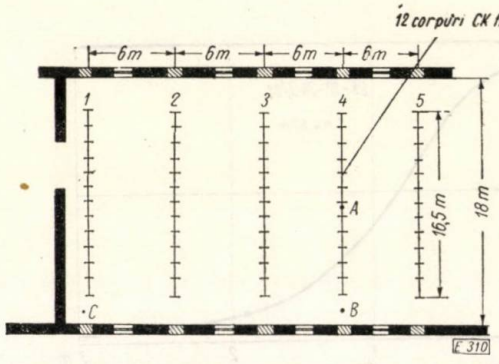


Fig. 6. Distribuţia izvoarelor liniare de lumină în hala A 6 de la uzinele „Electroputere" — Craiova.

Valorile calculate şi măsurate se dau în tabela 1.

Tabela 1

Punctul	Izvoare liniare în funcţiune	Iluminarea măsurată, (lx)	Iluminarea calculată (lx)	Eroarea %	Observaţii
A	1	212	220	−3,75%	
A	2	64,7	63	2,7%	
A	3	9,45	9,92	−4,73%	
A	4	5,5	3	83 %	
A	1, 2, 3, 4	280	281	0,04%	Eroarea se datoreşte componenţei reflectate de perete
B	1, 2, 3, 4	153	155	−1,3%	
C	1, 2, 3, 4	153	155	−1,3%	

6. Concluzii

Se recomandă folosirea relaţiilor (8),(10′) şi a curbelor din figura 2, figura 3 şi figura 4 pentru calculul iluminărilor produse de izvoare liniare luminoase în hale cu înălţimea cuprinsă între 5 şi 15 m. În cazurile unor cîmpuri formate din izvoare liniare luminoase paralele, se recomandă înlocuirea coeficientului τ_{mz} dat de (10′) cu coeficientul τ_m dat de (12).

ANEXA I.

Din figura 1 rezultă:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{l}{\sqrt{h^2+d^2}} = \frac{n}{\sqrt{1+m^2}} \cdot$$

Urmează:

$$\sin 2\alpha = \frac{2\operatorname{tg}\alpha}{1+\operatorname{tg}^2\alpha} = \frac{2n(1+m^2)}{(1+m^2+n^2)\sqrt{1+n^2}}$$

şi

$$2\alpha = 2 \operatorname{arc\,tg} \frac{n}{\sqrt{1+m^2}} \cdot$$

Tot din figura 1 rezultă :

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{h}{d} = \frac{1}{m}$$

$$\sin^2\beta = \frac{\operatorname{tg}^2\beta}{1+\operatorname{tg}^2\beta} = \frac{1}{m^2\left(1+\frac{1}{m^2}\right)} = \frac{1}{1+m^2}.$$

Înlocuind expresiile lui sin 2α, 2α și $\sin^2\beta$ în (1) se obține, ținînd seamă de (2)

$$E_P = \frac{I_0}{ht}\cdot\frac{1}{2(1+m^2)}\left[\frac{n\sqrt{1+m^2}}{1+m^2+n^2} + \operatorname{arc\,tg}\frac{n}{\sqrt{1+m^2}}\right].$$

ANEXA 2

Notînd :

$$\frac{\sqrt{1+m^2}}{n} = x,$$

expresia (4) devine :

$$k = \frac{1}{2(1+m^2)}\left[\frac{x}{1+x^2} + \operatorname{arc\,tg}\frac{1}{x}\right].$$

Rezolvînd în serie în jurul lui $x = 0$ și ținînd seamă de relația :

$$\operatorname{arc\,tg}\frac{1}{x} = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arc\,tg}x,$$

obținem :

$$k = \frac{1}{2(1+m^2)}\left[\frac{\pi}{2} - \frac{2}{3}x^3 + \frac{4}{5}x^5 - \frac{6}{7}x^7 + \ldots\right] =$$

$$= \frac{\pi}{4(1+m^2)} - \frac{1}{3}\frac{(1+m^2)^{\frac{1}{2}}}{h^3} +$$

$$+ \frac{2}{5}\cdot\frac{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}}{n^5} - \frac{3}{7}\cdot\frac{(1+m^2)^{\frac{5}{2}}}{n^7} + \ldots$$

ANEXA 3.

Notînd :

$$\frac{n}{\sqrt{1+m^2}} = y,$$

relația (9) devine :

$$\tau = \frac{2}{\pi}\left[\frac{y}{1+y^2} + \operatorname{arc\,tg}y\right].$$

Derivata în raport cu m ;

$$\frac{d\tau}{dm} = \frac{\partial\tau}{\partial y}\cdot\frac{dy}{dm} = \frac{2}{\pi}\cdot\frac{1}{(1+y^2)^2}\left[\frac{-mn}{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}}\right] < 0,$$

este negativă pentru m și n pozitivi.

ANEXA 4

a) Coeficientul τ_{mz} scade la creșterea numărului z de izvoare liniare luminoase.

Într-adevăr,

$$\frac{a_1\tau_1 + a_2\tau_2 + \ldots + a_z\tau_z + a_{z+1}\tau_{z+1}}{a_1 + a_2 + \ldots + a_z + a_{z+1}} <$$

$$< \frac{a_1\tau_1 + a_2\tau_2 + \ldots + a_z\tau_z}{a_1 + a_2 + \ldots + a_z},$$

întrucît funcția $\tau\,(m)$ fiind descrescătoare, are loc inegalitatea :

$$\frac{a_{z+1}\tau_{z+1}}{a_{z+1}} < \frac{a_1\tau_1 + \ldots + a_z\tau_z}{a_1 + \ldots + a_z}.$$

b) Coeficientul τ_{mz} scade cu desimea izvoarelor liniare luminoase.

Presupunînd izvoarele liniare luminoase dispuse la intervale Δm constante, se poate scrie :

$$\tau_{mz} = \frac{a_1\tau_1\Delta m + a_2\tau_2\Delta m + \ldots + a_z\tau_z\Delta m}{a_1\Delta m + a_2\Delta m + \ldots + a_z\Delta m}.$$

Întrucît :

$$\tau_1 > \tau_2 > \ldots > \tau_z,$$

rezultă că τ_{mz} este cu atît mai mic cu cît linia frîntă se apropie mai mult de curbă, deci cu cît intervalele Δm sînt mai mici.

ANEXA 5

Considerînd curba fotometrică a corpului de iluminat în plan transversal un cerc, se poate scrie :

$$I_\gamma = I_{\gamma\,max}\cos\gamma = I_{\gamma\,max}\frac{1}{\sqrt{1+m^2}}.$$

Din (11'), (9) și (7) rezultă :

$$\tau_m = \frac{\int_0^\infty a\tau\,dm}{\int_0^\infty a\,dm} =$$

$$= \frac{2}{\pi}\cdot\frac{\int_0^\infty\left[\frac{n}{(1+m^2)(1+m^2+n^2)} + \frac{\operatorname{arc\,tg}\frac{n}{\sqrt{1+m^2}}}{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}}\right]dm}{\int_0^\infty\frac{dm}{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}}}.$$

Calculăm pe rînd integralele de mai sus.

Notînd :

$$\int t^2 = 1 + \frac{1}{m^2},$$

integrala devine :

$$I_1 = \int_0^\infty\frac{dm}{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}} = \int_1^\infty\frac{dt}{t^2} = \left|-\frac{1}{t}\right|_1^\infty =$$

$$= \left|\frac{-m}{\sqrt{1+m^2}}\right|_\infty^0 = 1.$$

Integrala :

$$I_2 = \int_0^\infty\frac{n\,dm}{(1+m^2)(1+m^2+n^2)} = \frac{1}{2}\cdot 2\pi\cdot i\sum R$$

unde :

$$\sum R = n\left[\frac{1}{2i\,n^2} + \frac{(-1)}{2\,i\,n^2\sqrt{1+n^2}}\right] = \frac{1}{2ni}\cdot\frac{\sqrt{1+n^2}-1}{\sqrt{1+n^2}}$$

urmează :

$$I_2 = \int_0^\infty \frac{n\,dm}{(1+m^2)(1+m^2+n^2)} = \frac{\pi}{2n} \cdot \frac{\sqrt{1+n^2}-1}{\sqrt{1+n^2}} .$$

Aplicînd integrarea prin părţi se poate scrie :

$$I_3 = \int_0^\infty \frac{1}{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}} \operatorname{arc\,tg} \frac{n}{\sqrt{1+m^2}}\,dm =$$

$$= \left| \frac{m}{\sqrt{1+m^2}} \operatorname{arc\,tg} \frac{n}{\sqrt{1+m^2}} \right|_0^\infty + \int_0^\infty \frac{m}{\sqrt{1+m^2}} \cdot \frac{1}{1+\frac{n^2}{1+m^2}} \cdot$$

$$\cdot \frac{nm\,dm}{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}} = 0 - n \int_0^\infty \frac{m^2\,dm}{(1+m^2)(1+m^2+n^2)} .$$

Suma reziduurilor ultimei funcţii de integrat este :

$$\Sigma R = n \left[\frac{1}{2n^2 i} + \frac{1+n^2}{2n^2 i \sqrt{1+n^2}} \right] = \frac{1}{2ni} \cdot (\sqrt{1+n^2}-1) .$$

Integrala :

$$I_3 = \int_0^\infty \frac{1}{(1+m^2)^{\frac{3}{2}}} \operatorname{arc\,tg} \frac{n}{\sqrt{1+m^2}}\,dm =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2\pi i \frac{1}{2ni} [\sqrt{1+n^2}-1] = \frac{\pi}{2n} [\sqrt{1+n^2}-1] .$$

Coeficientul :

$$\tau_m = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{I_2 + I_3}{I_1} =$$

$$= \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\frac{\pi}{2n} \cdot \frac{\sqrt{1+n^2}-1}{\sqrt{1+n^2}} + \frac{\pi}{2n} (\sqrt{1+n^2}-1)}{1} = \frac{n}{\sqrt{1+n^2}}$$

Bibliografie

[1] *Groher H.* : Gebrauch der Leuchtstofflampen in hohen Hallen. Lichttechnik, *8* (1956), 2, 55—56.

[2] *Jansen Joh.* : Téchnique de l'éclairage t. II.Éclairage intérieur Philips, 1956.

[3] *Gheorghiu N.* şi *Militaru P.* : Iluminatul electric. Editura Energetică de stat. Bucureşti, 1953.

[4] ...Manualul inginerului electrician vol. V Ed. Tehnică, Bucureşti, 1958.

[5] *Wild K.* : Berechnung der mit Lichtbändern erzielten direkten Beleuchtung. Lichttechnik, *5* (1953) 9, 298—300.

[6] *Jaedike W.* : Methoden der Beleuchtungsberechnung, Lichttechnik, *7* (1955), 3, 84—88.

[7] *Lugovscoi B. I* : Iluminatul fluorescent. Traducere din limba rusă. Ed. Energetica de stat, Bucureşti 1953.

[8] *Lucacer V. G.* : Osvetitenie ustroistva s luminiştentnîm lampami. Gosenergoizdat, Moscova, 1959.

Lămpile cu descărcări în gaze şi vapori de mercur, folosite în iluminatul general

Gheorghe Macrin* — Bucureşti

Noile surse de lumină, lămpile cu descărcări în gaze şi vapori de mercur se introduc în iluminatul general cu rezultate superioare faţă de becurile electrice incandescente. Este necesar ca specialiştii în domeniul iluminatului să cunoască atît caracteristicile cît şi condiţiile de exploatare ale noilor surse luminoase.

CZ 621.327.42+621.327.32

1. Progresele realizate în ultimele decenii în tehnica iluminatului se datoresc introducerii pe scară tot mai largă a surselor electrice de lumină bazate pe fenomenele de luminiscenţa descărcărilor în gaze şi vapori metalici şi cel de fluorescenţă. (A se vedea articolul „Surse moderne de lumină : fenomenele fizice din lămpile fluorescente" de A. Avramescu şi Gh. Macrin pag. 301).

Cele mai bune rezultate s-au obţinut pînă acum folosind pentru iluminat descărcările electrice în arcul vaporilor de mercur. Acesta avînd două regimuri ce pot fi folosite avantajos pentru iluminat, anume arcul la presiuni joase (sub 0,1 torr) şi la presiuni mari (peste 1 000 torr) au apărut şi două grupe de lămpi corespunzătoare [1], [2], [3];

a) lămpile fluorescente tubulare care funcţionează şi cu arc în vapori de Hg de joasă presiune [9 a];

b) lămpile HP care funcţionează cu arc în vapori de Hg la mare şi foarte mare presiune [9 b].

În ultimul timp s-au dezvoltat cu foarte bune rezultate lămpile cu descărcări în xenon la foarte înaltă presiune [2], [3], [8].

În cele ce urmează se vor expune construcţia şi proprietăţile acestor lămpi, cît şi comportarea lor în exploatare.

2. Lămpile fluorescente cu vapori de Hg de joasă presiune pentru iluminat general

2.1. *Construcţia şi modul de funcţionare a lămpilor.* Se construiesc trei tipuri mai importante de lămpi fluorescente tubulare pentru iluminat general : a) lămpi cu catozi activaţi preîncălziţi ; b) lămpi cu catozi activaţi fără preîncălzire ; c) lămpi cu catozi cilindrici neactivaţi, reci [3]. În R.P.R. se fabrică numai primul tip de lămpi care sînt cele mai uzuale şi mai economice. Construcţia lămpilor fluo-

* Fizician *Gh. Macrin* este tehnolog la întreprinderea „Electrofar" din Bucureşti.

rescente cu catozi preîncălziți fabricate în R.P.R. este arătată schematic în figurile 1 și 2. Ele se execută de două tipuri: a) cu aprindere

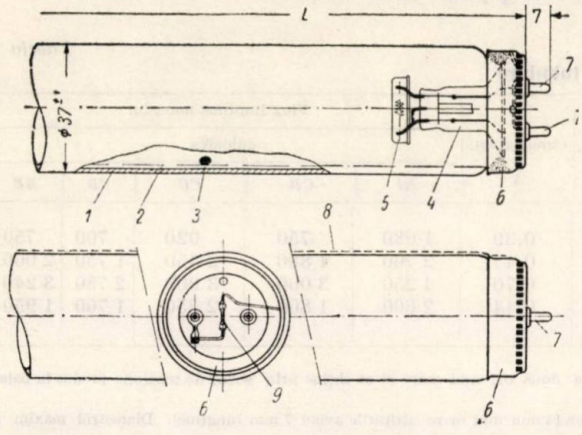


Fig. 1. Construcția lămpilor fluorescente cu vapori de Hg de joasă presiune:

1 — balon de sticlă tubular; *2* — strat de pulbere fluorescentă; *3* — picătură de Hg foarte pur; *4* — suport cu spirală, catod; *5* — inel anodic; *6* — soclu metalic; *7* — stifturile soclului; *8* — bandă de amorsare; *9* — rezistență de limitare (~1 MΩ).

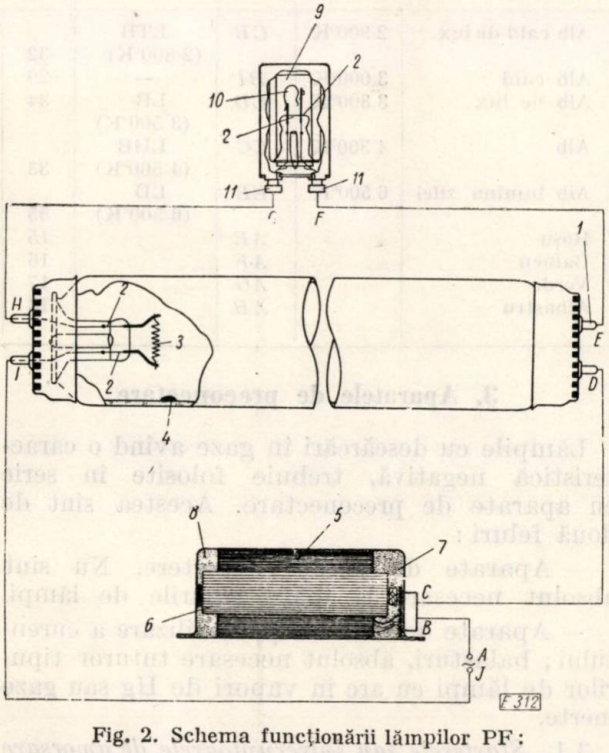


Fig. 2. Schema funcționării lămpilor PF:

1 — stift de contact soclu; *2* — electrozi de trecere; *3* — spirală de wolfram activată — catod; *4* — picătură de Hg — produce atmosfera descărcării în arc; *5* — bobina balastului; *6* — miezul de fier — balast; *7* — izolație balast; *8* — capac metalic; *9* — lampă de descărcare cu licărire a starterului; *10* — plăcuță bimetal; *11* — stifturi de contact starter — *ABCDEFGHIJ* — circuitul de descărcare înainte de aprinderea lămpilor *PF* (la preîncălzire). După aprindere trecerea se face direct *DE* și *HI*.

cu starter, pentru funcționare la interior (simbol PF) și b) cu aprindere fără starter pentru iluminat exterior (simbol PFS) [12] sau iluminat interior în condiții speciale (temperaturi sub 5°C, hale de fabricație cu temperaturi peste 50°C, etc.

Balonul tubular de sticlă clară este acoperit la interior cu un strat de luminofor și este prevăzut cu o cantitate precis dozată de Hg pur. Balonul se închide la capete cu două picioruțe prin care trec electrozii lămpii. La electrozi se montează în prealabil catozii formați din sîrmă de Wolfram spiralizată peste care se depune pasta de material activant. După închiderea lămpii și evacuarea aerului din interior se activează prin încălzire electrozii și se introduce în lampă argon pur la presiunea redusă, determinată. După aceasta lampa se prevede cu soclurile metalice avînd fiecare cîte două știfturi de contact la capete. La lămpile PFS — 40 W și PF de 65 W catozii sînt prevăzuți, în plus, cu două inele de protecție numite inele anodice (fig. 1, b). Aceasta protejează electrozii de bombardamentul direct al electronilor în semi perioada cînd electrozii funcționează ca anozi.

La aceste lămpi de-a lungul tubului se aplică, la exterior, prin vopsire, cu ajutorul unui liant, o bandă de praf metalic de la un soclu pînă la celălalt; unul din socluri este prevăzut cu o rezistență ohmică ridicată, care se sudează, de o parte, de unul din stifturi, iar de cealaltă parte de cămașa soclului. Banda metalică are rolul de a sprijini aprinderea în condiții de temperatură defavorabile. De-a lungul benzii se produce, în interiorul tubului, un cîmp electrostatic care ajută la producerea descărcării. Rezistența montată în soclu are rol de limitare a curentului prin banda metalică exterioară (fig. 1)

Punerea în funcțiune a lămpilor fluorescente cu starter se face astfel [1] [12]: lampa montată în serie cu balastul și în paralel cu starterul, cum se arată în figura 2, este pusă la tensiunea rețelei (circuitul $A-J$). La început se aprinde lampa din starter. Prin descărcarea produsă între electrodul fix al acesteia și cel cu bimetal, se încălzește bimetalul, acesta se întinde și face contact cu electrodul fix. Din acest moment curentul rețelei este în circuit prin balast, electrozii lămpii și starter (circuitul $A-J$). Electrozii sînt puternic încălziți și emit în spațiul de descărcare cantități mari de electroni, pregătindu-l în același timp, pentru descărcare prin scăderea tensiunii pe catozi. Între timp bimetalul din lampa starterului se răcește din nou și se desprinde, întrerupînd brusc circuitul. La această întrerupere, se produce în balast șocul de tensiune necesar pentru aprinderea lămpii fluorescente. Lampa se aprinde, trecînd foarte repede la descărcarea în arc. După amorsarea descărcării, numai o parte din tensiunea rețelei cade pe lampă, restul cade pe balast (tabela 1). Starterul nu se mai reaprinde întrucît fiind legat în paralel

cu lampa și fiind construit pentru o tensiune de aprindere mai mare decît căderea de tensiune pe lampă (U_1), nu mai are diferența de potențial necesară pentru a se aprinde. Înainte de aprinderea lămpii, balastul preluînd o parte din căderea de tensiune, nu permite ca lampa să se aprindă înainte de încălzirea corespunzătoare a catozilor; în timpul aprinderii balastul produce șocul de tensiune necesar; după aprinderea lămpii, el limitează și stabilizează curentul prin lampă. Punerea în scurtcircuit a balastului după aprinderea lămpii duce la distrugerea rapidă a acesteia.

În curent alternativ fiecare electrod funcționează o semiperioadă anod și o semiperioadă catod. El este mai solicitat în semiperioada cînd funcționează ca anod, întrucît, în această semiperioadă el nu cheltuiește energie pentru emisiunea electronică și, dimpotrivă, se găsește sub un puternic bombardament electronic. Aceasta este semiperioada în care se uzează de fapt electrozii, în timpul aprinderii lămpilor, cînd solicitarea lor este mai puternică.

Lămpile pentru iluminat exterior se folosesc într-un montaj special fără starter în care șocurile de tensiune sînt mai puternice, catozii sînt permanent preîncălziți ușor, în schimb balastul consumă mai multă putere, reducînd eficacitatea totală lămpii cu circa 10%. [1], [3], [12].

Lămpile fluorescente de celelalte construcții, cu catozi fără preîncălzire, respectiv cu catozi cilindrici reci, se aprind fără starter dar la tensiuni de aprindere mai ridicate; 450 pînă la 820 V. Căderile de tensiune pe lampă sînt de asemenea mai mari; 250 pînă la 450 V la lămpile cu catozi reci și 145 pînă la 215 V la cele cu catozi activați, neîncălziți la început. Lămpile cu catozi reci au de fapt avantajul unei durate practic nelimitate (18 000 pînă la 25 000 ore), în schimb, au eficacități cu 40% mai reduse decît lămpile cu catozi calzi. Folosirea de tensiuni ridicate, în exploatare a acestor lămpi, este marele lor dezavantaj care limitează utilizarea lor [3].

2.2. Parametrii caracteristici ai lămpilor fluorescente tubulare fabricate în R.P.R. sînt dați în tabela 1; simbolizarea acestora este arătată în tabela 2. Caracteristicile lămpilor fluorescente tubulare de uz general cu excepția fluxului luminos sînt normate internațional (prescripțiile CEI—81).

Tabela 1

Lămpi fluorescente tubulare

Tip lampă (simbol)	Lungime, L mm	Greutate, kg	Tensiune, V		Putere nom. W	Curent nom. A	Flux luminos nom, lm				
			U_l min	U_l nom			culoarea				
							BI	*CB*	*CC*	*CD*	*EE*
PF 20 W	590	0,160	90	58	20	0,39	1 080	750	920	700	750
PF 40 W	1 200	0,300	180	103	40	0,44	2 700	1 880	2 450	1 750	2 000
PF 65 W	1 500	0,360	180	108	65	0,70	4 250	3 000	3 900	2 750	3 240
PFS 40 W	1 200	0,300	180	103	40	0,44	2 600	1 800	2 350	1 700	1 950

Fluxul luminos este dat la 100 h de funcționare după stabilizare.

U_t = tensiunea rețelei; U_a = tensiunea de aprindere (amorsare) este de circa două ori mai mare și se obține prin șocul de tensiune produs în balast în momentul cînd se întrerupe contactul în lampa starterului.

Lungimea dată în tabelă este lungimea fără stifturi. Lungimea cu stifturi este cu 14 mm mai mare (stifturile avînd 7 mm lungime). Diametrul maxim al lămpilor este 38 mm, [12].

Tabela 2

Culoare	Temperatura de culoare	Simbol R.P.R.	Simbol U.R.S.S.	Simbol Philips și Osram
Alb cald de lux	2 900°K	*CB*	LTB (2 800°K)	32
Alb cald	3 000°K	*BI*	—	29
Alb de lux	3 800°K	*CD*	LB (3 500°K)	34
Alb	4 300°K	*CC*	LHB (4 500°K)	33
Alb lumina zilei	6 500°K	*EE*	LD (6 500°K)	55
Roșu		*AE*		15
Galben		*AF*		16
Verde		*AG*		17
Albastru		*AH*		18

3. Aparatele de preconectare

Lămpile cu descărcări în gaze avînd o caracteristică negativă, trebuie folosite în serie cu aparate de preconectare. Acestea sînt de două feluri:

— Aparate de pornire, startere. Nu sînt absolut necesare la toate tipurile de lămpi.

— Aparate de limitare și stabilizare a curentului; balasturi, absolut necesare tuturor tipurilor de lămpi cu arc în vapori de Hg sau gaze inerte.

3.1. *Starterele sau întreruptoarele de amorsare* pot fi de mai multe feluri:

— mecanice; cu manevrare manuală;
— cu lămpi cu licărire și funcționare automată;
— cu filamente incandescente;
— cu amorsare magnetică.

La lămpile fluorescente de joasă presiune cu aprindere prin starter se folosesc de preferință starterele cu lămpi cu licărire, a căror

schemă de construcție și funcționare s-a arătat în figura 2. Starterul este compus dintr-o lampă cu descărcare în argon la presiune de circa 20 mm Hg între un electrod fix și unul cu contact mobil executat dintr-o bandă de bimetal, în formă de U, care se poate întinde și strînge sub influența căldurii. Funcționează cum am arătat în capitolul precedent. În paralel cu lampa în starter este montat un condensator de deparazitare de circa 10 000 pF, pentru a filtra paraziții ce se pot produce cu ocazia descărcării în lampa starterului și care dăunează audițiilor radiofonice. Acest condensator intervine, însă, pozitiv și în procesul de aprindere al lămpii. Tot sistemul: lampă plus condensator, al starterului, este protejat într-o cutie metalică. Contactele se fac prin două borne de contact. În circuitul lămpii starterul se montează prin intermediul unei dulii speciale, portstarterul. Pentru fiecare tip de lampă se adaptează startere corespunzătoare (ca putere).

Gabaritul tuturor starterelor fiind același pentru toate tipurile, se impune marcarea tipului pe cutia de protecție metalică (puterea lămpii pentru care poate fi folosit).

Forma și dimensiunile de gabarit ale starterelor produse în R.P.R. se dau în figura 3. Ele corespund prescripțiilor CEE nr. 12. Starterele fabricate în R.P.R. aprind lampa fluorescentă în cel mult 13 secunde, timpul variind după schema de montaj în care funcționează (balast inductiv sau capacitiv). Numărul de întreruperi pe care îl pot realiza starterele fără a se defecta merge pînă la 15 000 [12].

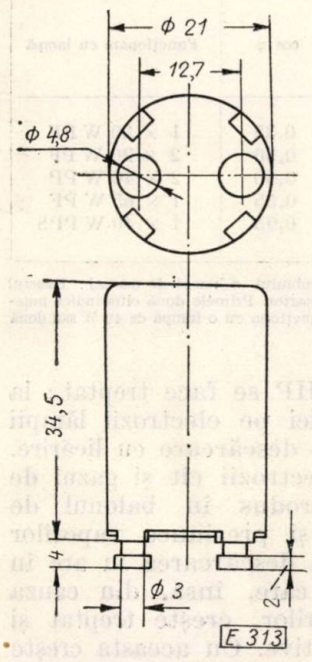


Fig. 3. Starter (*PS*). Formă și dimensiuni.

3.2. *Balasturi.* Sînt cele mai importante aparate de preconectare. Stabilizarea curentului unei lămpi fluorescente se poate face în diferite feluri: [1]:

— cu rezistență ohmică invariabilă cu temperatura;

— cu rezistență ohmică variabilă cu temperatura (lămpi cu incandescență);

— cu reactanță inductivă, balasturi inductive;

— cu impedanță formată din r-o reactanță inductivă în serie cu una capacitivă, balasturi capacitive;

— cu reactanță capacitivă.

Primele două feluri de stabilizare a curentului se folosesc la lămpile fluorescente alimentate cu curent continuu. Ultimele trei se folosesc în cazul curentului alternativ, adică, cel mai des în practică. (figura 4).

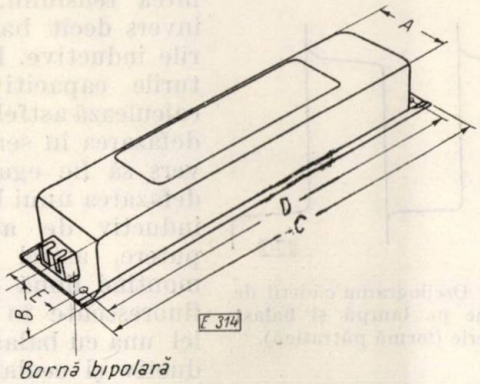


Fig. 4. Balast *PBI* — Formă. Balasturile *PBFS* au aceeași formă dar sînt prevăzute cu 2 borne de contact.

Stabilizarea prin reactanță inductivă prezintă următoarele caracteristici: randament ridicat dar factor de putere scăzut. În adevăr, dacă socotim circuitul balastului cu bobină de inducție ca fiind compus dintr-o inductanță pură (L) și o rezistență de pierderi (R) și dacă rezistența ohmică echivalentă a lămpii fluorescente este R_1, căderea de tensiune pe lampă U_1, curentul prin lampă I_1 și căderea de tensiune a rețelei U_t, randamentul va fi:

$$\eta = \frac{R_1}{R+R_1}, \text{ practic } \eta = 0{,}8-0{,}9 \qquad (1)$$

factorul de putere va fi:

$$\cos\varphi = \frac{U_1 + I_1 R}{U_t}, \text{ practic } \cos\varphi = 0{,}5-0{,}6. \qquad (2)$$

Stabilirea prin bobină de inducție are și alte consecințe importante: prin defazarea curentului față de tensiunea pe care o produce, asigură o funcționare mai stabilă a lămpii. Într-adevăr lampa fluorescentă se stinge cînd tensiunea reală a rețelei scade sub valoarea lui U_1. Cum U_1 este egal cu circa $1/2\ U_t$, timpul în care lampa ar fi stinsă este foarte important. Prin aceasta și cantitatea de lumină emisă se reduce. În serie însă cu o inductanță corespunzătoare, acest timp se reduce aproape la zero. Balasturile lămpilor fluorescente stabilizează astfel tensiunea încît aceasta este aproape constantă, pe tot parcursul unei semiperioade, la un nivel peste valoarea lui U_1, după care se face un salt brusc în semiperioada următoare (figura 5).

O caracteristică a stabilizării curentului prin reactanță inductivă este că valoarea curentului armonicelor de număr impar (I_n) scade

brusc cu numărul lor, astfel că raportul $I_n/I_1 = 0{,}51\ n^2$ ($n = 1{,}3{,}5$ etc), în care I_1 este curentul undei fundamentale.

Balasturile capacitive sînt compuse dintr-o bobină de inducție și o capacitate corespunzătoare în serie. Aceasta defazează curentul înaintea tensiunii, deci invers decît balasturile inductive. Balasturile capacitive se calculează astfel încît defazarea în sens invers să fie egală cu defazarea unui balast inductiv de aceeași putere, astfel încît, montînd două lămpi fluorescente în paralel una cu balast inductiv și cealaltă cu balast capacitiv factorul de putere să se compenseze apropiindu-se de 1. Se construiesc balasturi la care în aceeași cutie de protecție se montează un balast inductiv și unul capacitiv, așa numitele balasturi duo. De asemenea, se execută scheme de montaj de balasturi inductive și capacitive după sistemul duo cu factori de putere 0,95—1.

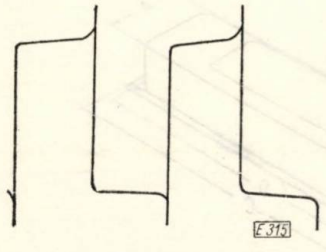


Fig. 5. Oscilograma căderii de tensiune pe lampă și balast în serie (formă pătratică).

4. Lămpi fluorescente cu vapori de Hg de înaltă și foarte înaltă presiune (HP)

4.1. *Construcție și funcționare* [2, 9 b]. Lămpile cu vapori de Hg, care se fabrică în prezent, ajung pînă la 200 at, presiunea vaporilor de Hg. În iluminat, însă se folosesc lămpi HP de 1—30 atmosfere. Lămpile de circa 1 at se numesc de înaltă presiune. A doua categorie se ia de la circa 10—30 at care se numesc de foarte înaltă presiune. Lămpile de peste 30 at au utilizări speciale (proiecție, foto ș.a.).

Construcția lămpilor HP utilizate în iluminatul general este arătată schematic în figura 6. Un balon tubular de descărcare, de obicei executat din sticlă de cuarț (sau sticlă dură), de dimensiuni reduse, este prevăzut cu doi electrozi principali și de obicei 1—2 electrozi auxiliari. Electrozii auxiliari se utilizează numai în perioada de amorsare a descărcării, cînd, între aceștia și electrodul principal se produce o descărcare latentă care favorizează descărcarea în arc a lămpii. Balonul de descărcare este protejat de un al doilea balon, exterior, format tubular sau pară. Balonul de protecție, în ultimul timp, se prevede cu luminofor pe pereții interiori.

Tabela 3

Balasturi

Tip (Simbol)	Dimensiuni, mm					Greutate, kg	Putere absorbită	Curent A		cos φ	Funcționare cu lampă
	A	*B*	*C*	*D*	*E*			Preîncălzire	Funcționare		
								0,45	0,39	0,35	1 × 20 W PF
PBI 2 001	64	45	105	90	42	1,00	9	0,66	0,42	0,56	2 × 20 W PF
PBI 4 001	64	45	105	90	42	1,00	9	0,65	0,44	0,50	2 × 40 W PP
PBI 6 501	64	45	160	135	42	1,50	12	1,60	0,68	0,55	1 × 65 W PF
PBFS 4 001	64	45	240	295	42	1,60	14	0,46	0,25	0,95	1 × 40 W PPS

Balasturile funcționează la tensiunea nominală 220 V/50 Hz. Factorul de putere (cos φ) indicat corespunde ansamblului schemei de montaj: balastul în serie cu lampa (lămpile). Simbolizarea: *PBI* = balast inductiv, pentru lămpi cu starter; *PBFS* = balast pentru lămpi fără starter. Primele două cifre indică puterea; ultimele două — cod pentru construcții. Exemplu 2 001 = balast 20 W — construcție 01. Balasturile PBI — 4 001 pot funcționa cu o lampă de 40 W sau două lămpi de 20 W montaj tandem (în serie) [12].

Dimensiunile de gabarit și caracteristicile electrice ale balasturilor fabricate în R.P.R., sînt date în tabela 3 [12].

În R.P.R. s-a luat hotărîrea a nu se fabrica, pentru moment, balasturi capacitive și duo. În corpul de iluminat se montează direct în serie cu balastul capacități de caracteristici corespunzătoare. Acestea sînt în ulei protejate cu cutii de tablă, temperatură de funcționare pînă la 80°C, capacitatea 3,8μF pentru balasturi 40 W, 5,8 μF pentru balasturi de 65 W. Balasturile pentru lămpi de iluminat exterior se execută compensate.

Caracteristicile electrice ale balasturilor sînt normate internațional prin prescripțiile CEI nr. 84 și CEE-12 — astfel încît din acest punct de vedere balasturile de același tip sînt interșanjabile.

Aprinderea lămpilor HP se face treptat: la aplicarea tensiunii rețelei pe electrozii lămpii se produce la început o descărcare cu licărire. Treptat, se încălzesc electrozii cît și gazul de umplere. Mercurul introdus în balonul de descărcare se evaporă și presiunea vaporilor crește. Se trece apoi la descărcarea în arc în vapori de mercur, în care, însă, din cauza creșterii presiunii vaporilor, crește treptat și gradientul coloanei pozitive. Cu aceasta crește și căderea de tensiune pe lampă (U_l), figura 7. În schimb, intensitatea curentului, mare în perioada de încălzire a lămpii, scade aproape la jumătate. Aceasta, spre deosebire de lămpile de joasă presiune unde am văzut că în regim scade căderea de tensiune pe lampă și crește intensitatea curentului. În al doilea rînd, aici curentul de preîncălzire trece prin lampă și

ajută la evaporarea mercurului și la creșterea presiunii vaporilor de Hg la valoarea prescrisă. Fluxul luminos crește și el treptat cu creș-

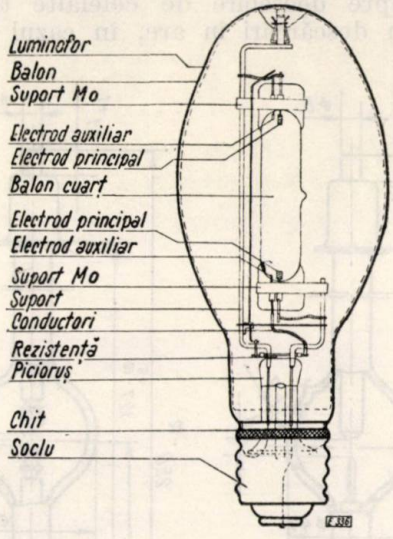


Fig. 6. Construcția lămpilor cu vapori de Hg de înaltă presiune.

terea de tensiune pe lampă. Important este punctul în care fluxul luminos ajunge la 80% din cel final. Acesta corespunde evaporării complete a mercurului introdus în lampă. După aceasta vaporii de Hg se găsesc la supra-presiune. Strălucirea lămpii crește de la 500—700 sb la lămpile de 1 at la 180 000 sb la cele de 200 at. Vîna subțire în care are loc descărcarea se subțiază, însă, cu creșterea presiunii, astfel că flxul luminos total nu crește în aceeași proporție cu strălucirea. Pe de altă parte cantitatea de energie care se pierde sub formă de căldură crește proporțional cu presiunea.

Lămpile HP intră în regim după 3—10 minute de la aprindere. La reaprindere este necesar să așteptăm cel puțin 1,5 minute, dacă voim să reaprindem lampa imediat după ce am stins-o, pînă ce presiunea vaporilor de Hg a scăzut atît de mult încît este posibilă din nou amorsarea lămpii, respectiv a descărcării cu licărire în gazul auxiliar.

4.2. *Parametrii lămpilor* HP. În tabela 4 sînt dați parametri principali ai tipului de

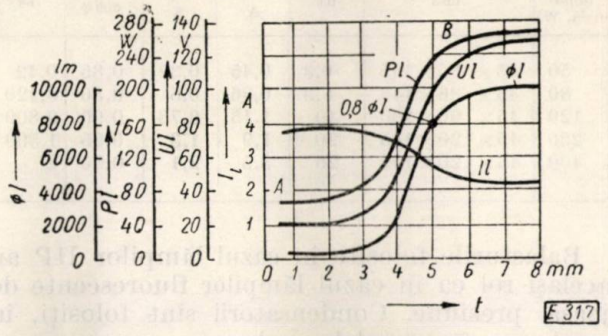


Fig. 7. Diagramele curentului prin lampă *Il*, puterii consumate (*Pl*), a căderii de tensiune pe lampă (*Ul*) și a fluxului luminos emis de lampă *Φl* în perioada de aprindere a lămpilor tip HP.

lămpi HP utilizate în iluminatul general ce se vor asimila în R.P.R.

4.3. *Aparatul de preconectare pentru lămpile* HP [9 b]. Amorsarea și funcționarea lămpilor HP se face în serie cu balasturi.

Dimensiunile și caracteristicile electrice ale balasturilor și condensatorilor folosiți pentru lămpile HP sînt date în tabelele 5 și 6.

Tabela 4

Caracteristicile lămpilor HP (fluorescente) care se vor asimila în R.P.R. [9 b]

Datele lămpilor	50 W	80 W	125 W	250W	400 W
Tensiunea minimă de aprindere, la +5°C (V)	180	180	180	180	180
— la —15°C, V	200	200	200	200	200
Curentul I_1 (*A*)	0,6	0,8	1,15	2,0	3,2
Tensiunea U_1 (V)	95	115	125	135	140
Puterea P_1 (W)	50	80	125	250	400
Flux luminos, nom. (lm) după 100 h	1 600	2 800	5 000	11 000	15 000
Strălucirea, (sb)	8	10	10	15	15
Timp de aprindere, min	5	3,5	1,5	4	4
Soclul (tip)	E27, B22	E27, B22	E27, B22 E 40	E 40	E 40
Lungimea maximă, mm	129	156	177	227	290
Diametrul max, mm	56	71	76	91	122

Tabela 5

Balasturi pentru lămpi HP, 220 V tensiune nominală (210—230 V cădere de tensiune rețea) [9 b]

Tipul lămpii (Putere nominală, W)	Dimensiuni $A \times B \times C$ mm	Curentul		Factori de putere, cos φ	Putere consumată de balast, W
		I_i A	I_l A		
50 W	64 × 67 × 66	1,0	0,62	0,42	9
80 W	90 × 67 × 129	1,25	0,80	0,50	9
125 W	90 × 97 × 154	1,75	1,15	0,55	10
250 W	111 × 160 × 100	3,2	2,0	0,6	15
400 W	111 × 160 × 130	5,5	3,2	0,60	19

Factorul de putere este considerat în ansamblu cu lampa. I_i = curentul în timpul încălzirii care scade în regim la valoarea I_l

Tabela 6

Condensatorul pentru compensarea cos φ la lămpi HP Tensiunea nominală 220 V [9]

Tipul lămpii (Putere nominală, W)	Dimensiuni $A \times B \times C$, mm	Capacitate, μF	Curentul I_i A	Curentul I_l A	Factor de putere cos φ	Greutatea, kg
50	45× 35×145	6,3	0,45	0,32	0,85	0,42
80	45× 36×145	6,3	0,86	0,5	0,80	0,420
120	45× 90×100	10	1,15	0,70	0,90	0,800
250	45×120×145	20	1,9	1,3	0,95	1,500
400	45×120×145	25	3,5	2,1	0,90	2

Balasturile folosite în cazul lămpilor HP au același rol ca în cazul lămpilor fluorescente de joasă presiune. Condensatorii sînt folosiți, în acest caz în paralel cu lampa, pentru compensarea factorilor de putere scăzuți prin inductanțele balasturilor. Ca bal sturi se folosesc transformatori ridic tori de tensiune sau autotransformatori reglabili de tipul cu dispersie.

5. Lămpile cu arc în Xenon la foarte înaltă presiune [2], [8], [3]

Ultimul progres în tehnica iluminatului îl aduc lămpile cu Xenon. S-a reușit a se fabrica lămpi cu Xenon de puteri pînă la 65 000W, (gabaritul Φ 65 ×2 400 mm) cu un flux luminos total de 2 000 000 lumeni. Strălucirea lor se apropie de aceea a soarelui. Lumina lor este albă ca lumina zilei, deși radiația acestor lămpi este foarte bogată și în raze ultraviolete și infraroșii [13].

Eficacitatea acestor lămpi nu întrece pe aceea a lămpilor HP dar, prin mărirea fluxului lor, sînt foarte potrivite pentru iluminarea piețelor publice, a terenurilor de sport, a stadioanelor. O singură lampă cu Xenon, de 65 000 W, montată la înălțime suficient de mare (circa 25 m), cu un corp de iluminat corespunzător, asigură o iluminare de 100 luxi, pe o suprafață de peste 1 ha, o performanță nemai întîlnită pînă acum.

Lămpile de puteri mai mici, 1—3 kW, prin marea lor strălucire și gabaritul relativ redus se folosesc în cinematografie, fotografie, ca lămpi de proiecție și în alte scopuri speciale. Ca exemplificare vom descrie lămpile sovietice tip D-KSS de 220 V/1 000 W [8].

Descărcarea în arc are loc într-un balon de sticlă de cuarț de 44 mm diametru, umplut cu xenon la o presiune de 8—9 at, care în timpul funcționării crește pînă la 20—25 at. Cei doi electrozi sînt din wolfram thoriat. La alimentarea în curent alternativ electrozii au aceeași grosime (circa 8 mm), la alimentarea în curent continuu anodul este mai gros iar catodul subțire după cum se vede în figura 8. Ei sînt montați axial la distanțe ce variază de la 2,6 — 5,6 mm. Strălucirea arcului se poate reduce prin mărirea distanței dintre electrozi — adică lungind arcul — sau reducînd puterea consumată. Spre deosebire de celelalte tipuri de lămpi cu descărcări în arc, în cazul lămpilor

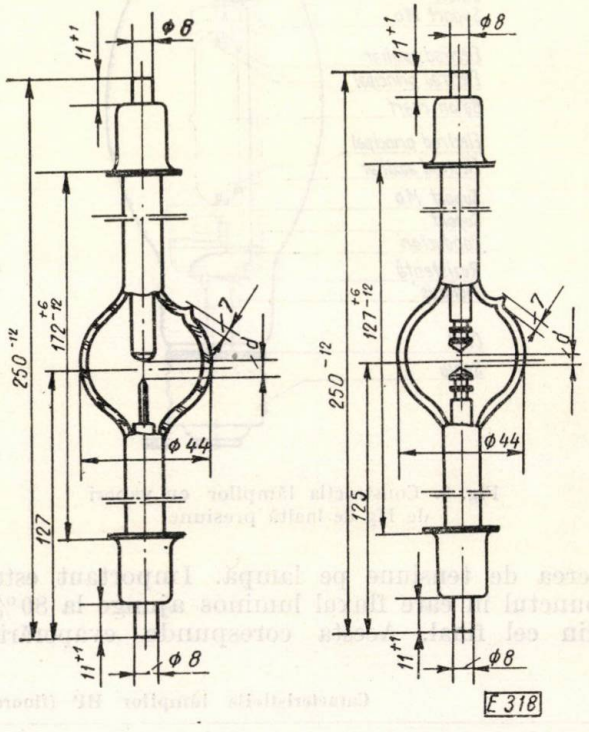


Fig. 8. Lămpi cu Xenon de foarte înaltă presiune tip DKSȘ-1000 W (pentru curent continuu) și DKSS-1000 W (curent alternativ) formă și dimensiuni de gabarit.

cu Xenon consumul poate varia în limite foarte largi. Astfel lămpile sovietice tip D-KSS funcționează între 400—1 000 W.

O altă caracteristică foarte importantă a acestor lămpi este că se aprind și intră în regim aproape instantaneu. Funcționarea lor se face în scheme cu balasturi. În loc de starter se folosește, însă, un aparat special de înaltă frecvență, exterior, care după ce aprinde o lampă poate fi imediat folosit la aprinderea alteia.

Lămpile cu Xenon pentru iluminatul public au forma apropiată de aceea a lămpilor fluorescente tubulare. Construcția lor necesită precauții speciale, pentru a suporta curenții de intensitate mare consumați.

6. Comportarea în exploatare a noilor surse de lumină [1], [2], [3], [4]

6.1. Cel din urmă cuvînt al tehnicii iluminatului opinînd pentru generalizarea iluminatului fluorescent în toate locurile de muncă în iluminatul public, în școli, în gospodăriile de stat

și particulare. Într-o serie de domenii, de pildă în transporturi, se fac în prezent studii pentru adaptarea iluminatului fluorescent. S-a reușit a se folosi ca surse de energie pentru iluminatul fluorescent în transporturi acumulatoarele de 12 V în scheme cu transistoare. În alte domenii, spre exemplu în iluminatul minelor cu gaz exploziv, se studiază construcția unor lămpi de gabarit redus cu corpuri în execuție antigrizutoasă. Probabil lămpile cu xenon vor putea fi adaptate și în astfel de scopuri. Utilizarea lămpilor fluorescente tubulare este recomandată îndeosebi pentru :

— Influența lor pozitivă asupra indicilor de producție, influența lor pozitivă asupra capacității vizuale și,

— acțiunea fiziologică generală pozitivă.

S-a stabilit astfel că, spre deosebire de iluminatul cu lămpi cu incandescență, cel cu lămpi fluorescente menține treze funcțiunile creierului, fapt care îl impune în locurile de muncă unde se cere o atenție deosebită sau încordarea facultăților intelectuale [2,4].

6.2. Pentru a obține totuși rezultatele pozitive pe care le aduce iluminatul fluorescent se cer o serie de condiții preliminare care se impun atît la proiectare cît și în exploatare. Studiile laborioase efectuate în acest sens în U.R.S.S., în ultimii ani, (Facultatea de medicină din Moscova, Institutul de igienă al U.R.S.S. etc.) au stabilit aceste condiții pentru o serie de cazuri. În general s-a stabilit că :

a) Iluminatul fluorescent își pierde avantajele la iluminări sub 100 lx. În această privință se fac următoarele precizări : la iluminări slabe cu lămpi fluorescente se produce așa numitul efect de lumină crepusculară, care creează senzația lipsei de confort luminos. Ochiul omenesc adaptat la lumina zilei cere ca atunci cînd iluminarea se face în lumină de culoare apropiată de aceea a zilei, aceasta să aibă și o intensitate corespunzătoare luminii zilei. Legea confortului vizual se poate enunța astfel : iluminarea cerută unei surse trebuie să fie cu atît mai mare cu cît este mai înaltă temperatura ei de culoare. Ochiul omenesc care se mulțumea cu 10—15 lx, pentru lămpile cu petrol sau cu filament de cărbune (1 000—1 500°K) pretinde o iluminare sporită pentru becurile electrice, minimum 50 lx (temperatura 2 000—2 500°K) și cere o iluminare corespunzătoare mai mare pentru lămpile fluorescente (2 900—6 500°K). Lămpile fluorescente culoarea alb lumina zilei (6 500°K) nu sînt recomandate pentru iluminări sub 300 lx. Iluminări cu lămpi fluorescente sub 100 lx sînt permise numai pentru iluminatul public, coridoare, parcuri și în general în locuri unde nu se muncește [4,5].

Creșterea nivelurilor de iluminare care se face în prezent în toată lumea, îngrijorează pe unii proiectanți și economiști care se gîndesc la cheltuielile mărite ce trebuie făcute pentru iluminat. Socotelile acestora sînt fundamental greșite, întrucît iluminatul fluorescent nu aduce numai o economie în costurile directe pentru iluminat, ci și nebănuite economii indirecte prin schimbarea fundamentală a condițiilor de muncă. Este exemplară experiența făcută în ultimul timp în această privință în R. P. Polonă ; prin creșterea iluminării — cu lămpi fluorescente — în industria textilă, de la 500 la 1 000 lx s-au obținut : o mărire cu 28% a productivității muncii și o reducere de opt ori a numărului de defecte [7].

Pe de altă parte, prin măsurători s-a stabilit că oboseala își are minimul la o iluminare de 1 000 lx după care crește din nou. Trebuie deci să considerăm E = 1 000 lx, ca limita superioară a iluminării raționale [14].

b) Tulburările fiziologice ce apar uneori la unele persoane, odată cu introducerea iluminatului fluorescent, au putut fi explicate fie prin insuficiența acestui iluminat, fie datorită unor defecțiuni vizuale care trebuie corectate la persoanele care se plîng de turburări (ochiul ametropic devine miop în lumina mai bogată în raze albastre a lămpilor fluorescente).

c) Temperatura de culoare a lămpilor fluorescente trebuie aleasă în raport cu condițiile locale. Astfel, pentru locuri unde se impune o bună apreciere a culorilor în raport cu cele pe care le au corpurile la lumina zilei, se folosesc cel mai bine lămpile fluorescente de culoare alb (*CC*) sau alb de lux (*CD*) și nu alb lumina zilei (*EE*), cum ne-am fi așt ptat. În magazinele textile, tipografii, muzee, se recomandă deci aceste lămpi. În schimb la operațiile vizuale fine, care nu necesită și deosebirea culorilor se vor prefera lămpile culoarea alb lumina zilei. Acolo unde este nevoie numai de o iluminare puternică și o lumină cît mai apropiată de aceea a zilei, de pildă în fabrici, ateliere, școli, iluminat exterior și altele, se vor prefera lămpile de culoare alb (*CC*), avînd un randament mai ridicat. Culorile alb cald (*BI*) și alb cald de lux (*CB*) sînt indicate în iluminatul casnic, acolo unde se cere o ambianță plăcută, în încăperi populate, restaurante, magazine alimentare, expoziții, librării și altele [1,4,9a 12].

Asupra greșelilor ce se pot face la alegerea culorilor lămpilor, vom indica un exemplu studiat de curînd [6] : iluminatul vitrinelor se face pretutindeni de obicei cu lămpi fluorescente de culoare alb sau alb lumina zilei (din motive estetice). Pentru iluminatul vitrinelor de produse alimentare alterabile aceste lămpi nu sînt indicate, întrucît viteza de alterare a produselor alimentare este direct proporțională cu frecvența radiației luminoase. În acest caz se vor folosi, deci, lămpile cu temperatura de culoarea cea mai redusă (alb cald —*BI*— sau alb cald de lux —*CB*).

Reţinem, în concluzie, următoarele condiţii preliminare la introducerea iluminatului fluorescent: o judicioasă alegere a culorilor şi o mărire corespunzătoare a indicilor de iluminare.

6.3. La proiectarea şi montarea instalaţiilor de iluminat fluorescent trebuie luate măsuri de eliminare a efectului stroboscopic prin alegerea justă a schemelor de montaj şi prin alimentarea lămpilor în grupuri monofazice pe trei faze (corpurile de iluminat se construiesc numai pentru alimentare monofazică).

6.4. Ţinînd seamă de toate condiţiile impuse iluminatului fluorescent: alegerea judicioasă a culorilor; proiectarea cu grijă a iluminatului; exploatarea în cele mai bune condiţii a instalaţiilor, se va face un mare salt calitativ în tehnica iluminatului din ţara noastră. Prin aceasta se vor îmbunătăţi condiţiile de muncă şi protecţia muncii, va creşte productivitatea muncii, se vor realiza economii directe şi mai ales indirecte care vor răsplăti pe deplin eforturile depuse şi vor duce la realizarea sarcinilor fixate de cel de-al III-lea Congres al P.M.R., pentru progresul şi îmbunătăţirea condiţiilor de viaţă ale oamenilor muncii.

Bibliografie

[1] *Zwikker C.*: Éclairage fluorescent. Ed. Philips. 1951.
[2] *Ivanov A. P.*: Elektriceskie istociniki sveta. Ed. II, Moscova, 1958.
[3] I.E.S.: Lighting Handbook. New York, 1958.
[4] *Zielber D. A.*: Nikotorie voprosi ghighieni osvescenia. Svetotehnika, *3* (1957), 2, 5–9.
[5] *Arndt W., Voigt E. A.*: Über das Lichtbedürfnis des aktiven und des passiven Menschen, Lichtechn. *11* (1959), 8, 425–426.
[6] *Zeiseniss G.*: Richtiges Licht in Lebensmittelgeschäften, Lichtechn. *11* (1959), 9, 468–469.
[7] *Lewandowski I.*: Racjonalne osvetlenie w przemysle. Energet. Przem, R.P.P.–*VIII* (1960), 1, 13–16.
[8] Dugovie ksenonie lampi sverhvisocogo davleniia tipov. DKSS-1000 i DKSS-1000. Svetotechnika, *6* (1960) 4, 32.
[9] Prospecte Philips: *a*) TL. fluorescent lamps and balasts; *b*) Philips fluorescent mercury lamps.
[10] Specifications CEI-81 şi 84.
[11] Specifications CEE-12.
[12] Cataloage produse Electrofar – Produse fluorescente (1960).
[13] *Lorupe A.*: Neuartige Xenonlampen hoher Leistung. Elektrizitätsverwertung *33* (1958), 11–12 283–286.
[14] Untersuchungen über Leitstung und Ermüdung der Menschen bei verschiedenen Lichtbeidingungen. Lichttechnik *8* (1956), 7, 296–300.

Corpuri de iluminat pentru lămpi fluorescente tubulare

Nicolae Papagheorghe şi Gheorghe Macrin* – Bucureşti

Proiectarea, fabricarea şi utilizarea corpurilor de iluminat fluorescent pun probleme noi în tehnica iluminatului. Proiectanţii trebuie să ţină seamă de adaptarea la liniile arhitecturale de condiţiile de mediu (temperatură, atmosferă nocivă ş.a.) şi de complexitatea instalaţiilor iluminatului fluorescent.

CZ 628.94 : 621.327.32

1. În perioada de trecere de la iluminatul cu lămpi cu incandescenţă la iluminatul cu lămpi fluorescente se ivesc dificultăţi la proiectarea corpurilor de iluminat bazate pe noi principii constructive. Necontenit li se aduc acestora îmbunătăţiri calitative, pentru adaptarea la liniile arhitecturale şi pentru îmbunătăţirea randamentelor.

Forma lungă a lămpilor fluorescente (600–1 500 mm) şi nevoia de a monta în corpul de iluminat şi aparatele de preconectare şi limitarea curentului impun corpurilor de iluminat fluorescent forme caracteristice. Forma lungă a lămpilor şi a corpu ilor schimbă relaţia fundamentală pentru distribuţia luminii produsă de sursa luminoasă; în cazul lămpilor fluorescente, intensitatea luminoasă scade cu distanţa de la sursă şi nu cu pătratul acestei distanţe ca la lămpile cu incandescenţă, socotite practic izvoare punctuale de lumină. Acest fapt conduce la condiţii mai bune de distribuţie spaţială a luminii în cazul corpurilor de iluminat fluorescent.

2. *Condiţii generale.* Corpurile de iluminat fluorescent trebuie să îndeplinească următoarele condiţii generale [1,3,6].

a) Corpul de iluminat trebuie să elimine, pe cît posibil, efectul de orbire produs de lampă. Acest lucru se realizează mult mai uşor la corpurile de iluminat fluorescent cu strălucire redusă, decît la cele cu lămpi cu incandescenţă a căror strălucire este de sute de ori mai mare (0,4 sb la lămpile fluorescente faţă de 500–1 000 sb la becurile electrice).

b) Corpurile trebuie să asigure un iluminat cît mai uniform pentru a elimina umbrele şi diferenţele prea mari între iluminatul general şi cel local. Din acest punct de vedere iluminatul fluorescent asigură o uniformitate foarte bună.

c) Se cere ca corpul să elimine prin grătare sau difuzoare, pe cît posibil, vederea directă a

* Ing. *Papagheorghe N.* este tehnolog şef la întreprinderea Electrofar, iar Fiz. *Macrin Gh.* este tehnolog la aceeaşi întreprindere.

lămpilor, sub un unghi care se stabileşte experimental. Corpurile de iluminat fluorescent fără reflector sau difuzor se pot utiliza numai în camere suficient de înalte (peste 3,5 m) şi în general în locuri de muncă unde observatorul nu priveşte în timpul muncii spre corpul de iluminat (maşini-unelte, birouri etc.). Pentru utilizarea acestor corpuri se impune ca tavanul şi pereţii să fie difuzanţi. Ele se pot, evident, utiliza pentru iluminatul coridoarelor, al locurilor de trecere, al camerelor unde nu se lucrează continuu.

Corpurile cu reflector fără grătar difuzant se utilizează în încăperi cu tavan nedifuzant, sau unde se impune o iluminare locală mai intensă.

d) Aspectul corpului de iluminat trebuie adaptat liniilor arhitecturale ale încăperii.

e) Randamentul corpului de iluminat să fie cît mai ridicat. Pentru a se obţine randamente ridicate (peste 80%), se impun construcţiile simple.

3. *Echipamentul corpurilor de iluminat fluorescent* se compune din:

a) Corpul propriu-zis, care este o cutie metalică lungă, vopsită în culori deschise, care conţine: conductele de alimentare, duliile pentru startere şi lămpi, dispozitivele de fixare a balasturilor, dispozitivele de fixare a reflectorului, prizele de punere la pămînt.

b) Aparatele de preconectare: cîte un balast şi cîte un starter de fiecare lampă. Lămpile de 20 W se pot monta cîte două în serie, cu un singur balast de 40 W.

c) Lămpile fluorescente.

d) Reflectoarele cu grătare difuzante sau laterale difuzante. Corpul este prevăzut cu găuri pentru fixarea directă pe tavane sau pentru adaptarea suspensiilor.

4. *Corpurile de iluminat fluorescent* se execută în general pentru una, două, trei şi patru lămpi, astfel că pentru fiecare tip de corp avem patru sortimente posibile pentru fiecare tip de lampă. Practic nu se fabrică toate sortimentele. În U.R.S.S. s-au făcut de curînd studii tehnico-economice cu scopul de a reduce sortimentele corpurilor de iluminat fluorescent la minimum posibil. Rezultatele acestor studii au ajuns la următoarele concluzii, foarte importante pentru producţia noastră de corpuri de iluminat, care se găseşte la început [2,3]:

a) În alegerea sortimentelor trebuie eliminate acelea care dau un flux luminos apropiat de altele mai economice sau cu un randament mai slab. S-a stabilit că sortimentele cele mai indicate sînt cele construite pentru două şi patru lămpi de 40 W şi 65 W (în U.R.S.S. şi 80 W), aceasta atît pentru faptul că prin montajul în scheme „duo" au un factor de putere aproape de 1 şi efect stroboscopic redus, cît şi pentru randamentul lor mai ridicat. Corpurile pentru una şi trei lămpi trebuie să utilizeze montaje fără compensarea factorului de putere sau cu compensarea prin condensator montat în paralel, care reduce durata lămpilor. Randamentul acestor corpuri este cu 5% mai redus decît al celor cu două şi patru lămpi.

b) Sortimentele mai puţin economice pot fi impuse de alte criterii de pildă, utilizarea corpurilor cu lămpi de 20 W pentru iluminarea locurilor de trecere sau a camerelor de locuit sau adaptare la liniile arhitectonice ale clădirii, motive de protecţia muncii şi altele.

c) Din punctul de vedere al producţiei corpurilor de iluminat, care trebuie organizată pe bandă, sovieticii recomandă a nu se fabrica corpuri cu patru lămpi, ci a se asambla la nevoie cîte două corpuri cu două lămpi printr-o bandă superioară de legătură.

Din punct de vedere constructiv şi tehnologic se impun următoarele condiţii pentru corpurile de iluminat fluorescent:

— construcţia cît mai simplă pentru a se putea prelucra pe bandă;

— unificarea la maximum a sortimentelor în ce priveşte subansamblele;

— posibilitatea de a crea noi tipuri prin simpla adaptare sau înlocuire a unor repere sau subansamble la tipurile vechi (grătare, reflectoare etc.);

— suspensia separată pentru a se adapta uşor la nevoile locale (suspensie directă, prin lanţ, cu tije etc.);

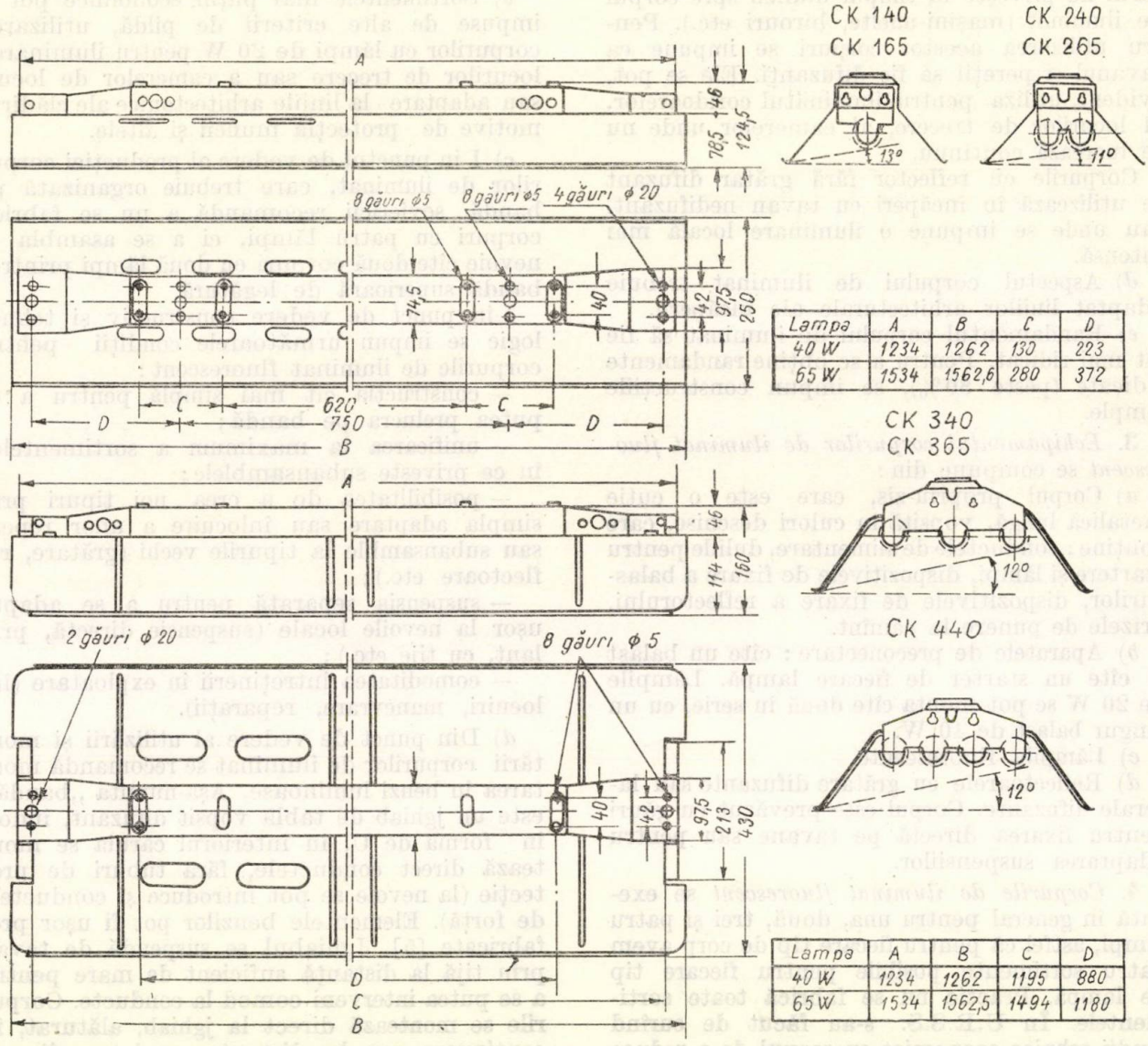
— comoditatea întreţinerii în exploatare (înlocuiri, manevrare, reparaţii).

d) Din punct de vedere al utilizării şi montării corpurilor de iluminat se recomandă montarea în benzi luminoase. Aşa-numita „bandă" este un jghiab de tablă vopsit difuzant, îndoit în formă de U, în interiorul căruia se montează direct conductele, fără tuburi de protecţie (la nevoie se pot introduce şi conductele de forţă). Elementele benzilor pot fi uşor prefabricate [5]. Jghiabul se suspendă de tavan prin tijă la distanţă suficient de mare pentru a se putea interveni comod la conducte. Corpurile se montează direct la jghiab, alăturat, în continuare sau la distanţe regulate, alimentîndu-se la o fază sau alternativ la toate trei fazele, astfel că, prin întreruptoare centrale, să se ilumineze cu lămpile alimentate la o fază, la două sau la toate trei. Noaptea cînd se luminează cu lămpile pe toate trei fazele se elimină practic cu totul efectul stroboscopic. Uşurinţa întreţinerii şi rectilinitatea benzii luminoase care se plasează deasupra liniilor tehnologice, este un mare avantaj al iluminatului fluorescent în industrie [3,5].

5. *Corpurile de iluminat* care se fabrică în prezent în R.P.R., respectiv sînt în planul de asimilare, au fost alese astfel ca să satisfacă cele mai urgente nevoi ale iluminatului fluorescent din ţara noastră. S-au asimilat în primă urgenţă corpurile necesare iluminatului

industrial. În prezent se asimilează celelalte tipuri de corpuri necesare în industrie și în alte sectoare, astfel ca în 2—3 ani să se poată acoperi toate nevoile de corpuri de iluminat fluorescent ale țării.

sub o deschidere de 80°, după care scade încet pînă la 120°. Facem aici mențiunea valabilă pentru toate corpurile de iluminat fluorescent asupra formei curbei de distribuție luminoasă a acestora. Curba este mult mai apla-



Lampa	A	B	C	D
40 W	1234	1262	130	223
65 W	1534	1562,6	280	372

Lampa	A	B	C	D
40 W	1234	1262	1195	880
65 W	1534	1562,5	1494	1180

Greutatea în kg total							
TIP	CK 140	CK 240	CK 340	CK 440	CK 165	CK 265	CK 365
G	4,800	6,100	11,300	13,900	7,100	9,300	15,500

E 319

Fig. 1. Corpuri de iluminat fluorescent tip CK. Vederi, tabele de dimensiuni și greutăți.

6. *Corpurile de iluminat fluorescent* se împart în două categorii [6,7,8]:

a) corpuri pentru iluminat interior și

b) corpuri pentru iluminat exterior.

Corpuri pentru iluminat interior

6.1. Corpuri de iluminat industrial tip CK. Se execută cu reflector simplu ca în figura 1, care asigură o foarte uniformă distribuție a fluxului luminos în planul de lucru. Fluxul este aproape constant tizată decît în cazul corpurilor de iluminat cu incandescență, ceea ce asigură uniformitatea iluminatului fluorescent ca în figura 2. Aceasta, în cazul corpurilor cu becuri electrice, se obține greu.

Corpurile CK se execută cu reflector neperforat (CK—A), pentru iluminat direct sau cu reflector perforat, (CK—B), pentru iluminat semidirect, utilizat pentru tavane difuzante.

Simbolizarea corpurilor de iluminat se face prin 2—3 litere care privesc construcția ur-

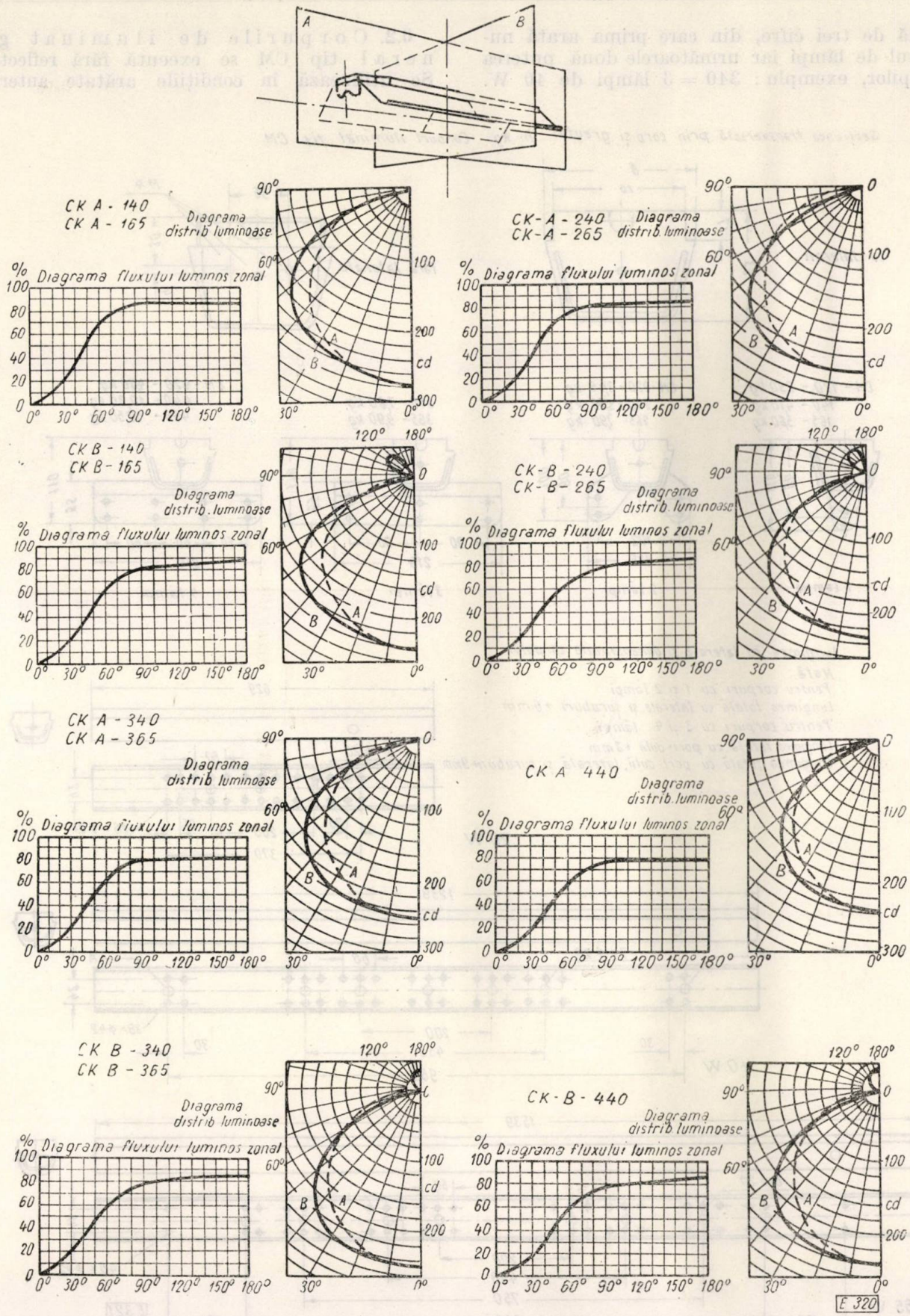


Fig. 2. Diagramele fotometrice pentru corpuri tip CK cu 1—4 lămpi cu reflector neperforat (CK – A) şi reflector perforat (CK – B).

mată de trei cifre, din care prima arată numărul de lămpi iar următoarele două puterea lămpilor, exemplu: 340 = 3 lămpi de 40 W.

6.2. Corpurile de iluminat general tip CM se execută fără reflector. Se utilizează în condițiile arătate anterior

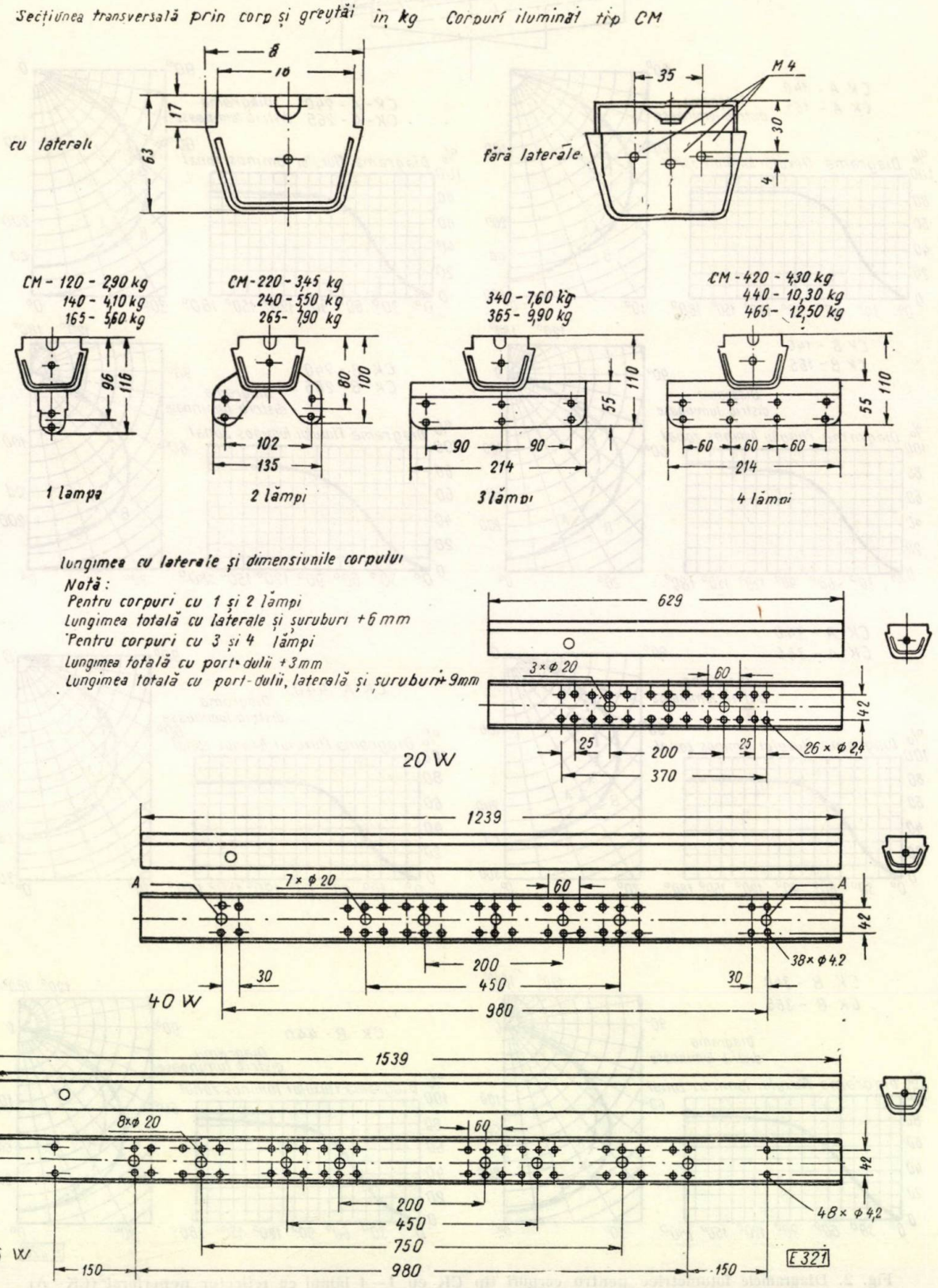


Fig. 3. Corpuri de iluminat fluorescent tip CM, cu 1—4 lămpi de 20—65 W. Vederi cu dimensiuni și greutăți.

(pct. 3.3). Au o construcție simplă și pot fi montate vertical (pe stîlpi sau pereți) sau orizontal, adaptîndu-se ușor la utilizări largi, pentru uniformitatea iluminatului care-i asigură și eliminarea pierderilor de lumină ce pot interveni prin reflector și difuzor.

CBB — cu grătar și ramă metalică laterală cu repartiție semidirectă a fluxului luminos (fig. 5).

CBC — cu grătare laterale din tablă perforată, cu repartiție difuză a fluxului luminos (fig. 6).

Dimensiuni		
TIP	L	Greutatea kg
CB-A 420	663	1,950
CB-A 240	1270	2,500
CB-A 340	1273	3,000
CB-A 265	1570	2,950

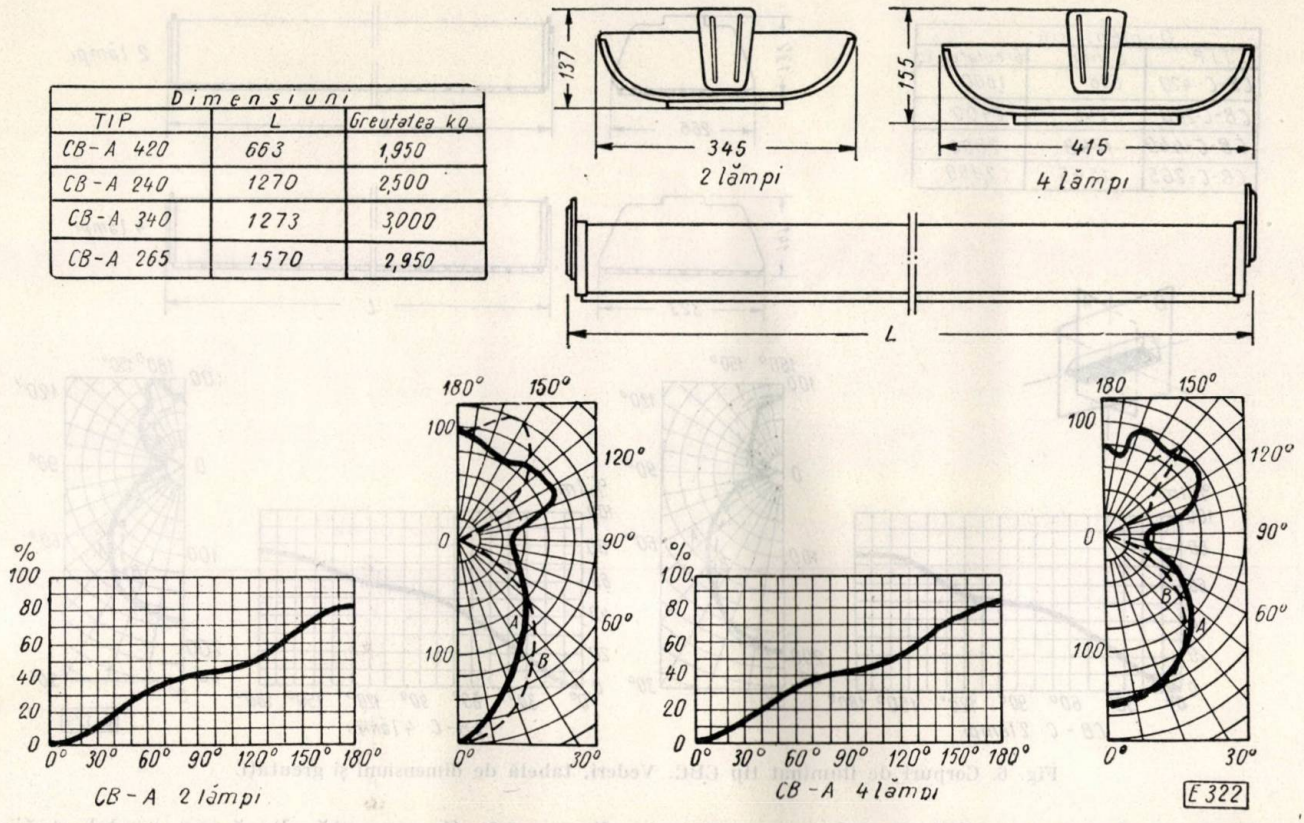


Fig. 4. Corpuri de iluminat tip CBA. Vederi, tabelă de dimensiuni și greutăți, diagrame fotometrice.

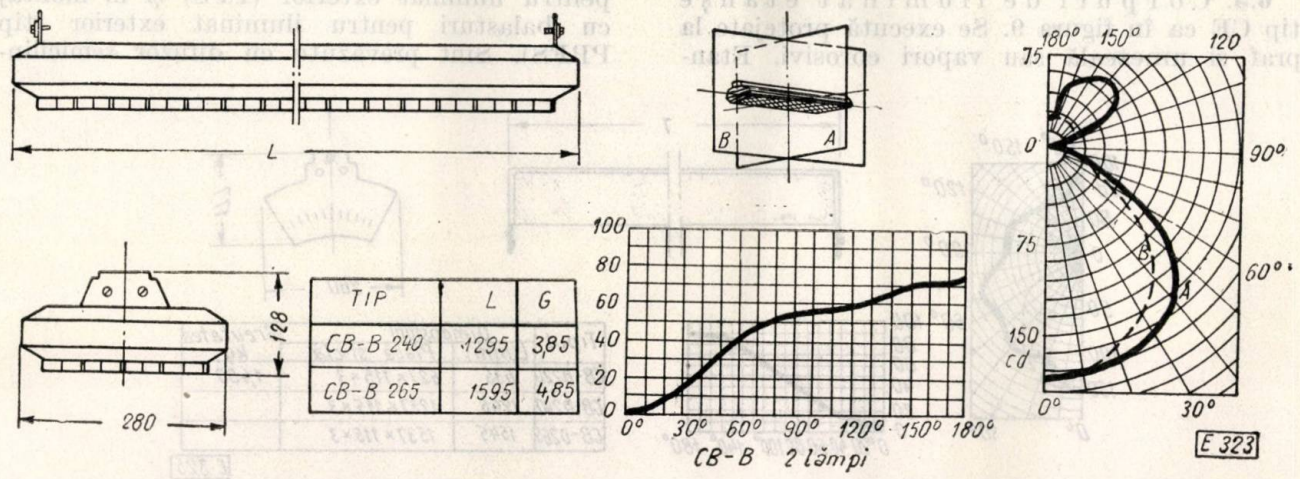


Fig. 5. Corpuri de iluminat tip CBB. Vederi, tabele de dimensiuni și greutăți, diagrame fotometrice.

6.3. Corpuri de iluminat general tip CB. Se execută în patru tipuri:

CBA — cu grătar și laterale de material plastic, cu distribuție luminoasă difuză (fig. 4).

CBD — cu laterale din sticlă mată și repartiție difuză a fluxului luminos (fig. 7).

Toate aceste tipuri servesc pentru iluminatul decorativ, în locuințe, birouri, localuri, școli și fabrici, acolo unde o impun condițiile

locale (tavan jos, lucrătorul privește în timpul lucrului în direcția corpului de iluminat etc.).

6.4. Corpuri de iluminat tip CZ. Din punctul de vedere al construcției sînt foarte asemănătoare cu corpurile tip CM, dar mai simple (fig. 8). Au aceeași utilizare ca și corpurile de iluminat tip CM. Se folosesc pentru lămpile cu strat reflector interior.

6.5. Corpuri de iluminat etanșe tip CE ca în figura 9. Se execută protejate la praf și umezeală sau vapori corosivi. Etanșarea se asigură prin garnituri și manșoane de cauciuc și prin tuburi de material plastic pentru echipamentul electric. Se folosesc lămpi și balasturi pentru iluminat exterior (fără startere). Se execută cu reflector sau fără reflector.

Aceste corpuri nu pot fi utilizate în locuri cu atmosferă explozivă.

Corpuri de iluminat exterior

6.6. Corpuri de iluminat exterior format banană, tip CEB ca în figura 10. Se execută după un model străin pentru funcționare cu trei lămpi de 40 W, pentru iluminat exterior (PFS) și în montaj cu balasturi pentru iluminat exterior (tip PBFS). Sînt prevăzute cu difuzor semicilindric transparent, din masă plastică, care asigură lămpile la intemperiile atmosferice. Se utilizează îndeosebi la iluminatul străzilor centrale cu mare circulație, a incintelor fabricilor, a gărilor etc.

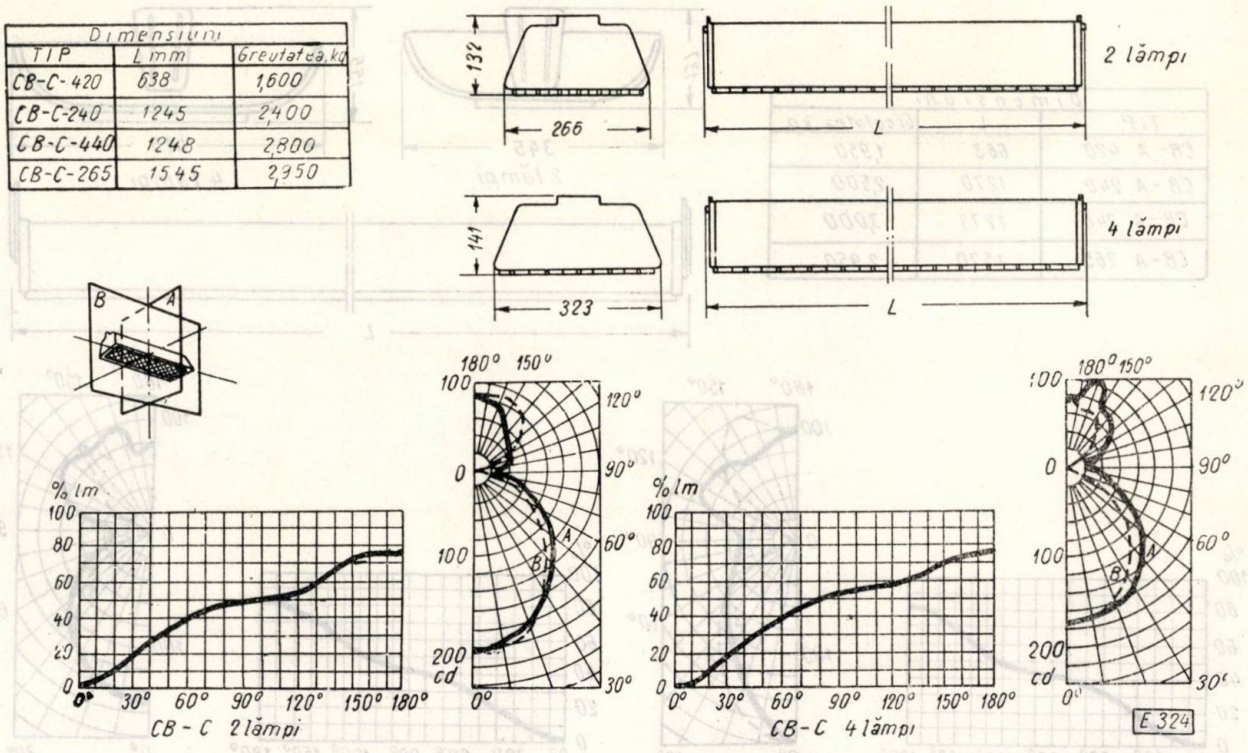


Fig. 6. Corpuri de iluminat tip CBC. Vederi, tabelă de dimensiuni și greutăți.

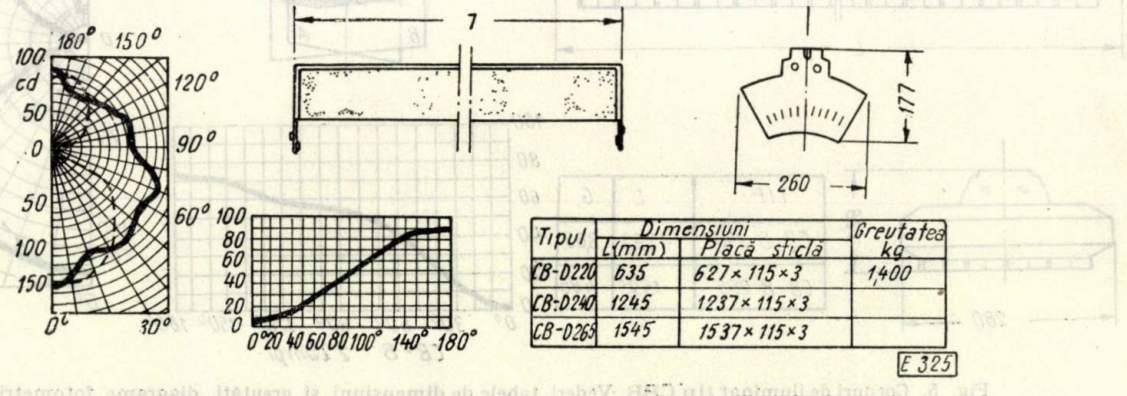


Fig. 7. Corpuri de iluminat tip CBD. Vederi, tabelă de dimensiuni și greutăți

6.7. Corpurile de iluminat exterior tronconice, tip CET ca în figura 11. Se execută cu 6 lămpi de 20 W, capace și un balon opal tronconic. Se utilizează pentru iluminatul exterior ornamental în parcuri, incinte de întreprinderi, străzi etc.

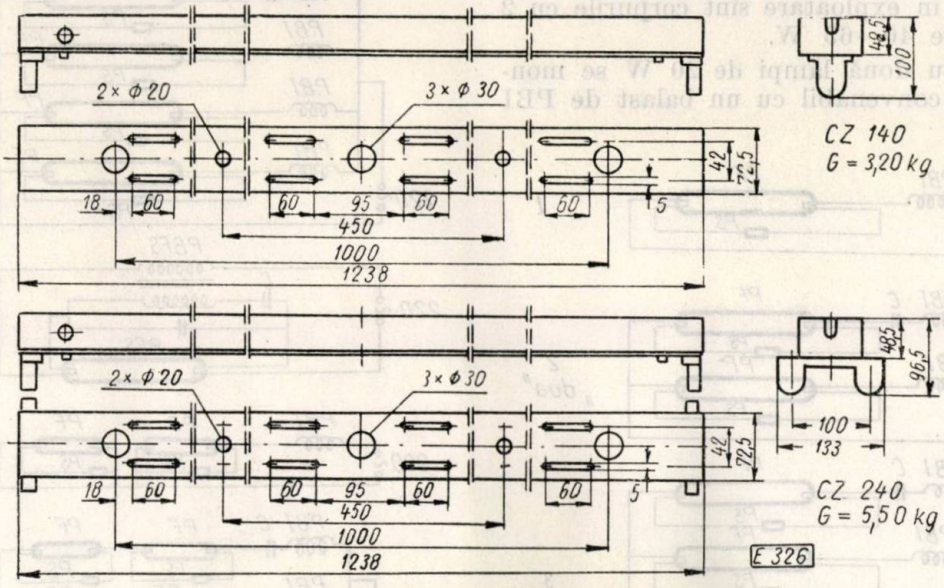


Fig. 8. Corpuri de iluminat tip CZ. Vederi cu dimensiuni și indicarea greutăților.

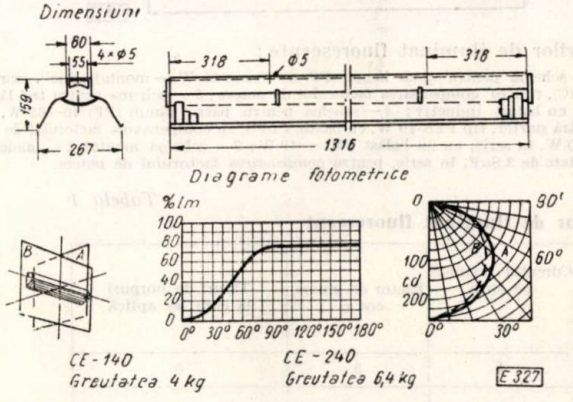


Fig. 9. Corpuri de iluminat etanșe tip CE. Vederi cu dimensiuni și greutăți, diagrame fotometrice.

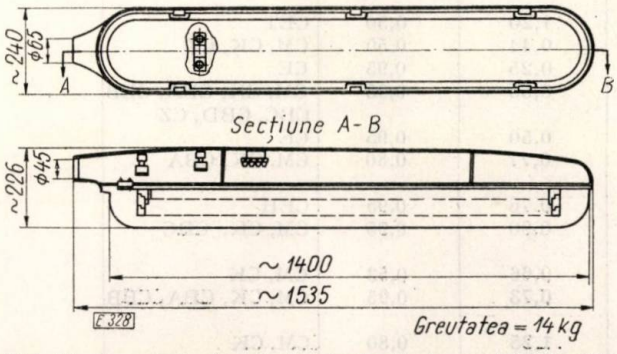


Fig. 10. Corpuri de iluminat exterior tip banană CEB—340. Vederi, dimensiuni de gabarit și greutăți.

montate cîte două în serie, cu trei balasturi de 40 W și 6 startere de 20 W. Lămpile și aparatura de preconectare sînt protejate de două

Au dezavantajul că funcționează cu lămpi de 20 W care nu se fabrică decît pentru iluminat interior și deci nu se pot aprinde în mod sigur sub temperaturi de 5°C.

7. *Forma și dimensiunile de gabarit* cum și greutățile unitare ale corpurilor de iluminat au fost date în desenele din figuri. Caracteris-

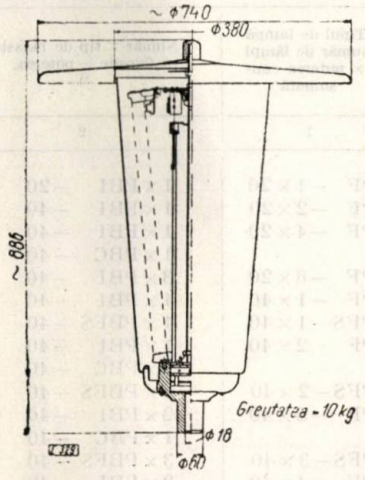


Fig. 11. Corpuri de iluminat exterior tronconice, tip CET—620. Vederi, dimensiuni și greutăți.

ticile electrice ale corpurilor depinzînd numai de aparatajele folosite și de schemele electrice de montaj, s-au dat pentru toate tipurile de corpuri în tabela 1. Din această tabelă se vede că în montajele cu o singură lampă factorul de putere este redus (cos $\varphi = 0{,}35$ la corpurile cu o lampă de 20 W și 0,50—0,53 pentru o

lampă de 40 respectiv 65 W). De asemenea corpurile pentru trei lămpi au factor de putere 0,8 — deci mai redus decît cele cu două și patru lămpi. Din acest punct de vedere cele mai indicate în exploatare sînt corpurile cu 2 și 4 lămpi de 40—65 W.

Corpurile cu două lămpi de 20 W se montează cel mai convenabil cu un balast de PBI de 40 W, cum arată fig. 12 — schema 6 (tandem).

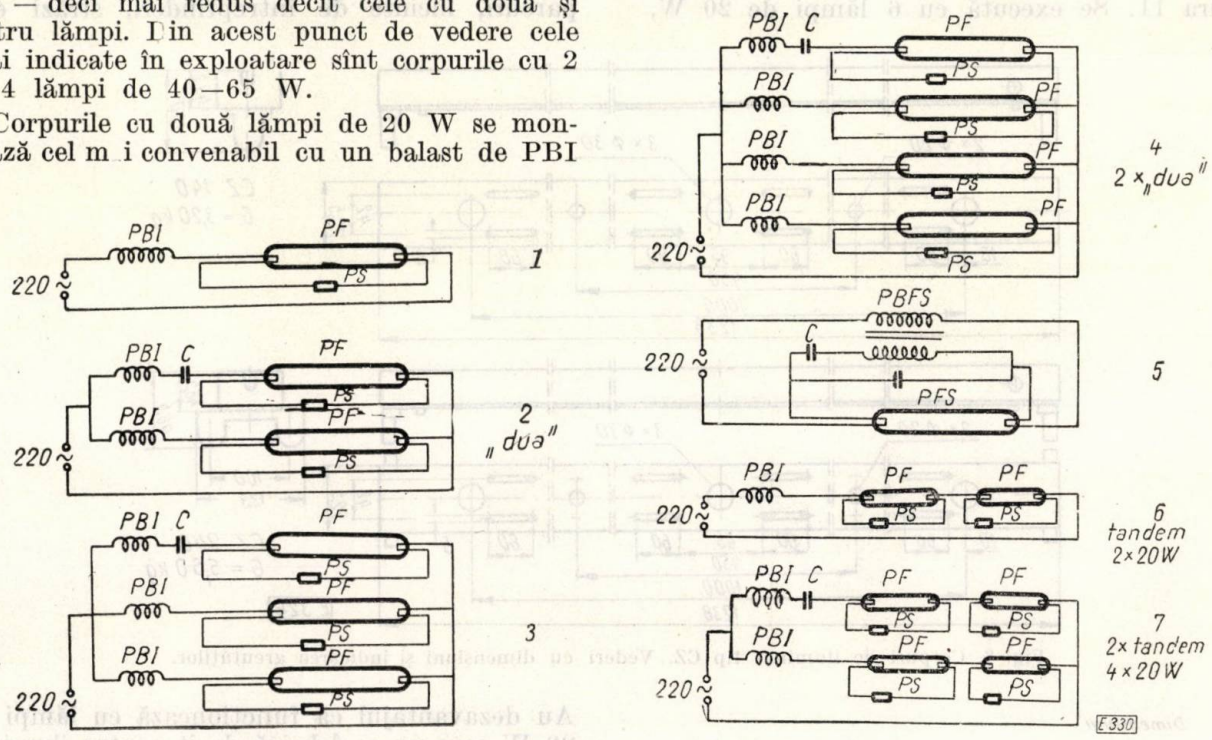


Fig. 12. Schemele de montaj ale corpurilor de iluminat fluorescente:

1 — schema pentru o lampă PF 20—65 W, cu starter (PS) și balast inductiv (PBI); *2* — schema pentru două lămpi (PF) de 40 sau 65 W — montaj „duo", startere (PS), o lampă în serie cu balast inductiv (PBI), a doua cu balast inductiv și capacitate, (C), pentru compensarea factorului de putere; *3* — schema pentru trei lămpi (PF) 40—65 W, cu starter (PS), o lampă cu balast inductiv și capacitate, două lămpi cu balast inductiv; *4* — schema pentru patru lămpi (PF) 40—65 W, cu startere (PS), montaj de 2×duo; *5* — schema pentru o lampă pentru iluminat exterior, fără starter, tip PFS-40 W, cu balast PBFS, cu compensarea factorului de putere; *6* — schema montaj „tandem" pentru două lămpi PF — 20 W cu startere PS — 20 W, în serie, cu un balast PBI — 40 W; *7* — schema montaj 2×„tandem", pentru patru lămpi PF — 20 W, dar un grup cu balast PBI — 40 W cu capacitate de 3,8μF, în serie, pentru compensarea factorului de putere.

Tabela 1

Caracteristicile electrice ale corpurilor de iluminat fluorescent

Tipul de lampă număr de lămpi × puterea consumată	Număr × tip de balasturi folosite — puterea, W	Schema de montaj	Curentul nominal pe corp, A	Factor de putere, cos φ	Tipuri de corpuri la care se aplică
1	2	3	4	5	6
PF —1×20	1×PBI —20	1	0,39	0,35	CM
PF —2×20	1×PBI —40	6	0,42	0,56	CM, CBD
PF —4×20	1×PBI —40 1×PBC —40	7	0,44	0,95	CM, CBA, CBC
PF —6×20	3×PBI —40	6 (×3)	1,20	0,50	CET
PF —1×40	1×PBI —40	1	0,44	0,50	CM, CK, CZ
PFS—1×40	1×PBFS —40	5	0,25	0,95	CE
PF —2×40	1×PBI —40 1×PBC —40	2	0,55	0,95	CM, CK, CBA, CBB CBC, CBD, CZ
PFS—2×40	2×PBFS —40	5 (×2)	0,50	0,95	CE
PF —3×40	2×PBI —40 1×PBC —40	3	0,77	0,80	CM, CK, CBA
PFS—3×40	3×PBFS —40	5 (×3)	0,76	0,95	CEB
PF —4×40	2×PBI —40 2×PBC —40	4	0,90	0,95	CM, CK, CBC
PF —1×65	1×PBI —65	1	0,66	0,53	CM, CK
PF —2×65	1×PBI —65 1×PBC —65	2	0,73	0,95	CM, CK, CBA, CBB
PF —3×65	2×PBI —65 1×PBC —65	3	1,25	0,80	CM, CK
PF —4×65	2×PBI —65 2×PBC —65	4	1,46	0,95	CM (CK)

Explicația simbolurilor:

PF — lămpi fluorescente funcționînd cu starter.
PFS — lămpi fluorescente funcționînd fără starter.
PBI — balast inductiv.
PBC — balast capacitiv sau balast inductiv în serie cu o capacitate.

În locul balasturilor capacitive se folosesc, pentru compensarea factorului de putere în schemele cu 2—4 lămpi de 40—65 W, balasturi inductive în serie cu capacitățile corespunzătoare (3,8 μF pentru 40 W și 5,8 μF pentru 65 W) deoarece, pe de o parte, prin aceasta se obține o reducere a prețului de cost, pe de altă parte, atunci cînd clachează balastul sau condensatorul nu este necesar să fie înlocuite ambele repere — cum se întîmplă cînd ele sînt închise împreună (în cutia balastului capacitiv).

8. *La schemele de montaj ale corpurilor de iluminat fluorescent*, fiind mult mai complexe decît cele ale corpurilor cu lămpi cu incandescență, sînt necesare precauții deosebite atît la montaj cît și în exploatare. În deosebi trebuie respectată schema de montaj prescrisă. Conexiunile trebuie să fie perfecte, fără pierderi la contactele duliilor (încălziri!) sau bornelor, deoarece micile diferențe produse de astfel de pierderi pot produce defecțiuni mari: reducerea duratei lămpilor, pîlpîiri ș.a. [7]. Curățenia corpurilor trebuie planificată sistematic [4].

Pe lîngă măsurile de precauție luate la proiectarea și montarea instalațiilor de iluminat fluorescent se impune ca personalul de întreținere să cunoască principiile de funcționare a acestor instalații. Se recomandă, de asemenea, a se studia instrucțiunile de montaj și funcționarea corpurilor de iluminat fluorescent întocmite de producători.

Bibliografie

[1] *Seftel E. B., Aizemberg Iu. B.*: Liuminestentnoe osveșcenie skolnîh klassov. Svetotehnika, *5* (1959), 7, 1—8.

[2] *Seftel E. B., Kazakova, G. L.*: Eksperimentalnie ustanovkih stolnih klassah. Svetotehnika, *5* (1959), 8, 13—18.

[3] *Aizenberg Iu. B.* și *Bogoliubov A. L.*: Seria corpurilor de iluminat fluorescent industriale, destinate iluminatului general. Svetotehnika *3* (1957), 6, 43—47 (I.D.T. Caiet Sel. Prot. muncii și Igiena ind. 1958, 7, 25—34).

[4] *Matanovici D.*: Ein Beitrag zur Bestimmung des optimalen Zeitabst ndes der Reinigung von Beleuchtungsanlagen. Lichttehn. *11* (1959) 7, 382—384.

[5] *Eck E.*: Instalarea benzilor luminoase cu ajutorul elementelor prefabricate. Elektrotn. *41* (1959) 6, 41—43. IDT Electrificare și Electrot. Caiet selectiv 6, 1960.

[6] *Zwikker C.*: Eclairage fluorescent. Ed. Philips-Eidhoven, Olanda, 1951.

[7] Prospecte Philips: Fluorescent fittings for indoo lighting, 1955—1960.

[8] Catalog Electrofar: Corpuri de iluminat fluorescent. București, 1961 (sub tipar).

Considerații asupra alegerii tipului de izvor de lumină în halele industriale din industria construcțiilor de mașini

Silviu M. Pușcașu* — Craiova

În articol se fac unele considerații asupra punctelor de vedere de care trebuie să se țină seama la alegerea diferitelor tipuri de izvoare luminoase pentru iluminarea halelor, întreprinderilor din industria constructoare de mașini, scoțîndu-se în evidență avantajele și dezavantajele folosirii unor mijloace moderne de iluminat, cum sînt tuburile fluorescente și lămpile cu vapori de mercur cu balon fluorescent.

CZ 628.972 : 66/69

Pentru ca munca în diferitele sectoare de activitate din întreprinderile de construcții de mașini să se desfășoare în condiții optime este necesar, printre altele, să se asigure și un iluminat artificial de calitate al locului de muncă, mai ales pentru muncitorii care lucrează în schimburile 2 și 3. Calitatea unui iluminat artificial industrial trebuie apreciată din următoarele puncte de vedere:

a) din punctul de vedere al iluminării corespunzătoare realizate;

b) din punctul de vedere al compoziției spectrale a luminii emise pe planul de lucru de către izvorul luminos;

c) din punctul de vedere al lipsei sau prezenței efectului stroboscopic;

d) din punctul de vedere al fenomenului de orbire.

Privind din aceste puncte de vedere alegerea izvoarelor de lumină este necesar să se indice acele tipuri care să îndeplinească condițiile de calitate corespunzătoare și în același timp să prezinte și avantaje esențiale de ordin economic [1].

Problema este mai complicată atunci cînd se cere iluminarea halelor relativ înalte, înălțimea lor în industria de construcții de mașini variind între 7 pînă la 15 m și în unele cazuri chiar mai mult. Pentru realizarea unor nivele de iluminare relativ ridicate (de la circa 150 la 400—750 lx) și la înălțimi mari de suspendare a corpurilor de iluminat este, evident, necesar să se folosească izvoare luminoase cu o mare eficacitate luminoasă montate în corpuri de iluminat cu o repartiție concentrată a fluxului luminos (de ex.: reflectoare cu oglindă sau nichelate) [3].

*Ing. *S. Pușcașu* este lector universitar la Craiova.

Dintre izvoarele luminoase cu o mare eficacitate luminoasă folosite mai des astăzi în R.P.R. sînt lămpile fluorescente (circa 60 lm/W la lămpile cu lumină albă) și lămpile cu vapori de mercur cu balon fluorescent (circa 50 lm/W și mai mult) [2]. În țara noastră, o serie de întreprinderi din sectorul de construcții de mașini au introdus sisteme moderne de iluminare a locului de muncă (ex. : fabrica de motoare Diesel de la Combinatul metalurgic Reșița, uzina „Electroputere" din Craiova ș.a.). O problemă importantă care se pune proiectantului este aceea de a vedea care izvoare luminoase sînt cele mai indicate, avîndu-se în vedere că întreprinderea „Electrofar" din București a început fabricarea masivă de tuburi fluorescente și că, deocamdată, lămpile cu vapori de mercur cu sau fără balon fluorescent trebuie importate [4].

1. Alegerea izvoarelor luminoase în sectorul mecanic prelucrător la rece

În cazul construcțiilor înalte care depășesc 8—9 m literatura de specialitate recomandă, în general, folosirea tuburilor fluorescente montate în corpuri de iluminat de mare suprafață (care pot conține 4—5 și chiar mai multe lămpi), care pot emite fluxuri luminoase relativ ridicate (în cazul unui corp de iluminat echipat cu 5 tuburi fluorescente de cîte 65 W lumină albă se obține un flux luminos total de circa 19 000 lm echivalent cu cel al unei lămpi cu vapori de mercur cu balon fluorescent de 400 W) [5]. Deocamdată, în R.P.R. nu se fabrică astfel de corpuri de iluminat. La înălțimi de 8—9 m se mai poate apela, încă, la șiruri luminoase continue sau discontinue cu pas constant sau variabil pe direcție longitudinală sau transversală. Considerăm că, în acest caz, această soluție este mai avantajoasă în comparație cu aceea care folosește lămpi cu vapori de mercur, din următoarele motive:

a) *Compoziția spectrală* a luminii emise poate fi corectată prin întrebuințarea de lămpi cu nuanțe luminoase diferite montate în corpuri diferite pe același șir luminos sau combinînd lămpi cu lumină de compoziție spectrală diferită în același corp de iluminat (de exemplu într-un corp de iluminat de tip CK 12—240 se poate monta un tub cu lumina zilei și un tub cu lumină albă). În majoritatea atelierelor mecanice de prelucrare la rece scheletul metalic al construcției este vopsit în verde sau vernil, sau se prevede a se vopsi în scurt timp în aceste culori. În acest caz, este recomandabil să nu se folosească izvoare luminoase cu exces de radiații verzui sau în zona verde cu radiații albastre. În caz contrar, efectul reflectant al vopselei verzi sau vernil este foarte pronunțat și lumina incidentă pe planul de lucru produce un efect obositor și denaturează în mod accentuat culorile. Se recomandă, în acest scop, folosirea tuburilor fluorescente cu lumină albă, sau cu lumină albă caldă, care mai prezintă și avantajul unei eficacități luminoase mai mari în comparație cu alte tuburi cu altă compoziție spectrală a luminii (un tub cu lumină albă caldă de 40 W are o eficacitate luminoasă de circa 62 lm/W, la aceeași putere un tub cu lumina zilei are o eficacitate luminoasă de numai 50 lm/W, iar unul cu lumină albă caldă de lux doar 43 lm/W). Din acest punct de vedere, utilizarea exclusivă a tuburilor fluorescente cu lumina zilei este contraindicată. Același dezavantaj îl prezintă și lămpile cu vapori de mercur cu balon fluorescent care, deși nu dau o lumină atît de verzuie ca cele cu balonul clar, au totuși un exces sesizabil de radiații în regiunea verde a spectrului luminos care devine supărător mai ales, în cazul muncii care se desfășoară în încăperi sau hale industriale, ai căror pereți sau schelete metalice sînt vopsite în astfel de culori [5].

b) *Fenomenul de pîlpîire* a luminii emise, care poate produce efectul stroboscopic, este mai puțin accentuat în cazul tuburilor fluorescente decît în cazul lămpilor cu vapori de mercur chiar cu balon fluorescent.

Dintre tuburile fluorescente cele cu lumină albă sau albă caldă prezintă un fenomen de pîlpîire mai redus decît cele cu lumina zilei (B 2) și din acest motiv, în cazul atelierelor mecanice unde există dispozitive și piese în mișcare de rotație sau de translație ritmică, este neindicată folosirea tuburilor fluorescente cu lumina zilei, preferîndu-se folosirea celor cu lumină albă. Se știe că fenomenul de pîlpîire și deci și efectul stroboscopic se poate atenua prin montarea lămpilor fluorescente după schema „duo" sau chiar pe cele trei faze. S-a precizat că de obicei lămpile fluorescente se montează cu șiruri luminoase în corpuri de iluminat de tip CK 12—240 sau CK 13—240. Evident că în cazurile șirurilor continue distribuirea lămpilor pe cele trei faze se poate face: în cadrul aceluiași aparat, cînd el este echipat cu cel puțin trei tuburi și cînd din punct de vedere tehnologic construcția aparatului permite acest lucru, sau pe o porțiune de șir, în cazul cînd corpurile de iluminat au maximum 2 tuburi (cazul corpurilor de iluminat CK 12—240, CK 13—240) și cînd, din cauza construcției, la corpul de iluminat nu pot fi aduse cele trei faze și conductorul de nul.

Același lucru se poate realiza și în cazul șirurilor discontinue, efectul de atenuare fiind, în acest caz, ceva mai redus datorită faptului că între corpurile de iluminat de pe același șir există o distanță oarecare. Observația este valabilă, evident, numai în cazul șirurilor care conțin corpuri de iluminat numai cu unul sau maximum două tuburi sau la care din cauza construcției, așa după cum s-a mai arătat,

nu se pot aduce cele trei faze și conductorul de nul. Se mai poate face o observație, și anume: datorită faptului că, în general, distanța dintre două corpuri consecutive de pe același șir discontinuu este totuși mai mică — în cazul halelor înalte — decît înălțimea de suspendare a șirului deasupra planului de lucru, se poate considera, cu oarecare aproximație, și șirul discontinuu ca un șir continuu și ca atare se poate afirma că și într-un caz și în altul, prin metodele mai sus amintite, fenomenul de pîlpîire și deci fenomenul stroboscopic poate fi simțitor atenuat. Evident, în cazul cînd totuși distanța dintre corpurile de iluminat este comparabilă cu înălțimea lor de suspendare deasupra planului de lucru, atunci atenuarea fenomenului stroboscopic este mult mai puțin accentuată. În cazul lămpilor cu vapori de mercur situația este ceva mai complicată. Ele au fluxuri unitare mari și dimensiuni relativ reduse. De asemenea și corpurile de iluminat, în care aceste lămpi sînt montate, au dimensiuni reduse în raport cu înălțimea lor de suspendare. Din această cauză, lămpile cu vapori de mercur, cu sau fără balon fluorescent, se consideră ca fiind izvoare luminoase punctiforme astfel încît distanțele dintre ele relativ mari sînt în raport cu înălțimea de suspendare. În această situație, amplasarea lămpilor pe faze diferite nu rezolvă în suficientă măsură atenuarea fenomenului de pîlpîire, ducînd totodată la soluții neeconomice pentru circuitele electrice de alimentare a lămpilor. Evident, efectul de atenuare al acestor fenomene supărătoare pe planul de lucru este cu atît mai pronunțat cu cît distanța dintre lămpi este mai mică și cu cît înălțimea de suspendare a acestora deasupra planului de lucru este mai mare. În acest caz distanța relativă între lămpi indicată prin raportul dintre distanța geometrică între două lămpi consecutive și înălțimea de suspendare deasupra planului de lucru nu depinde numai de coeficientul de uniformitate al iluminării ci trebuie să fie și o funcție de pulsație a iluminării. În lumina acestei afirmații apare logic faptul că la determinarea punctelor luminoase, în cazul lămpilor cu vapori de mercur, trebuie să se țină seama și de acea distanță relativă maximă pentru care pulsația pe planul de lucru rămîne sub limitele admisibile. Mărimea pulsației depinde, evident, de remanența pulberii fluorescente. La vechile pulberi fluorescente folosite atît la lămpile cu vapori de mercur cît și la lămpile fluorescente deviațiile fluxului luminos ating valori procentuale între 35 și 55%. Pulberile moderne folosite azi au pulsații oarecum comparabile cu cele ale lămpilor cu incandescență. Cu toate acestea acolo unde apariția fenomenului stroboscopic, chiar în mică măsură, este periculoasă putînd produce rebuturi, erori de prelucrare sau chiar accidente, este necesar să se ia în considerare cele afirmate mai sus. Desigur că dependența dintre distanța relativă $\left(\frac{\lambda}{h}\right.$, în care este distanța dintre două puncte luminoase consecutive și h este înălțimea de suspendare a izvorului luminos deasupra planului de lucru$\left.\right)$ și valoarea pulsației este relativ greu de stabilit. Cu alte cuvinte, este destul de complicat de a stabili pe baza unui calcul exact care trebuie să fie distanța maximă dintre corpurile de iluminat, în ipoteza că ele se montează pe cele trei faze, astfel încît pulsația iluminării rezultante într-un anumit punct de pe planul de lucru să rămînă sub anumite limite. Lucrul acesta ar fi posibil dacă s-ar putea stabili cu suficientă exactitate legea de variație a iluminării date de diferitele lămpi montate fiecare în parte sau în grup pe cîte o fază, pe planul de lucru.

Asupra acestei probleme vom reveni în numerele viitoare ale revistei. Pornind de la observația calitativă că pulsația iluminării n crește cu raportul $\frac{\lambda}{h}$ s-au făcut cîteva încercări experimentale stabilindu-se două cazuri, și anume: iluminarea unei încăperi cu lămpi de vapori de mercur astfel încît efectul stroboscopic, în cazul cînd punctele de lumină sînt montate fiecare pe cîte o fază, să nu fie sesizat în cazul unor elemente în mișcare și iluminarea aceleiași încăperi tot cu lămpi cu vapori de mercur în cazul cînd nu se ține seamă de acest fenomen. Evident, în primul caz, s-a obținut o distanță între corpurile de iluminat mai mică decît în al doilea caz. De asemenea, pentru că și într-un caz și într-altul s-a urmărit realizarea unei aceleiași iluminări minime în punctele cele mai defavorabile, în primul caz a rezultat un număr mai mare de corpuri de iluminat avînd însă fluxuri luminoase unitare mai mici decît în cel de-al doilea caz. Ambele cazuri s-au comparat cu o a treia alternativă, și anume cu cazul folosirii corpurilor de iluminat CK 12—240 echipate cu tuburi fluorescente. Încercările și calculul se referă la unul din atelierele uzinei „Electroputere" din Craiova. Caracteristicile încăperii sînt: lungime (a) = 54 m, lățime (b) = 18 m, înălțime (H) = 9 m. Scheletul metalic este vopsit în vernil, plafonul este alb. Pentru iluminarea minimă în plan orizontal, conform caracteristicilor muncii care se desfășoară aici, se adoptă, după ultimele prescripții sovietice, valoarea de 300 lx. Factorii de reflexie ai peretelui ρ_p și ai tavanului ρ_t sînt $\rho_p = 0{,}5$, $\rho_t = 0{,}75$, indicele localului a rezultat $i = 1{,}65$. Calculele fototehnice și economice pentru cele trei variante sînt indicate în tabela 1.

Tabela 1

Varianta	E_{min} în lx	a (m)	b (m)	H (m)	A (m²)	K	K_u	U	Φ_t (lm)	Φ (lm)	N	Preț unitar lei	Preț total lei	Economii în raport cu varianta 1, în %
1) Lămpi cu vapori de Hg cu balon fluorescent de 250 W în reflector metalizat polizat pentru $\lambda = 3$ m	300	54	18	9	972	1,3	0,8	0,58	$8{,}23.10^5$	7 600	108	580	62 640	0
2) Lămpi cu vapori de Hg cu balon fluorescent de 400 W neținînd seamă de efectul stroboscopic	300	54	18	9	972	1,3	0,8	0,58	$8{,}23.10^5$	20 000	44	725	31 900	+65
3) Lămpi fluorescente 40 W cu lumină albă în corpuri de iluminat CK 12—240	300	54	18	9	972	1,5	0,8	0,58	$9{,}40.10^5$	4 500	192	375	72 000	—15

Legendă: E_{min} — iluminarea minimă; a — lungimea încăperii; b — lățimea încăperii; H — înălțimea încăperii; A — aria încăperii; K — factorul de depreciere; K_u — factorul de uniformitate; U — coeficientul de utilizare; Φ_t — fluxul total luminos; Φ — fluxul luminos al unui corp de iluminat; N — numărul de corpuri de iluminat.

Din cele arătate mai sus rezultă că pentru halele în care se desfășoară lucrări pentru care efectul stroboscopic este supărător la înălțimi de încă 9 și chiar 10 m, soluția alegerii lămpilor fluorescente este încă justificată din punct de vedere economic, iar alegerea lămpilor cu vapori de mercur este corectă în măsura în care prezența efectului stroboscopic nu este supărătoare.

c) *Fenomenul de orbire* este necesar să fie luat în considerare la alegerea tipului de izvor de lumină, precum și la alegerea corpului de iluminat. Evident că lămpile fluorescente și cu vapori de mercur cu balon fluorescent posedă, la același flux luminos emis, străluciri mult mai mici decît lămpile cu incandescență așa după cum rezultă din tabela 2.

Tabela 2

Tipul lămpii	P w	Φ lm	B sb
Lampă incandescentă cu balon clar „Tungsram"	200	2 540	circa 600
Lampă cu vapori de mercur cu balon fluorescent „Tungsram"	80	3 000	4
Lampă fluorescentă cc/40 fabricată de Electrofar	40	2 450	0,7

P = puterea lămpii, Φ = fluxul luminos emis de lampă; B = strălucirea lămpii.

Indiferent de tipul de izvor de lumină folosit, este necesar ca la corpul de iluminat în interiorul căruia se așază lampa să se asigure unghiul minim de protecție. În multe întreprinderi există tendința de a se așeza lămpile cu vapori de mercur în corpuri de iluminat de tip C 300 sau în corpuri de iluminat de tip Universal (Mediaș) fără să se țină seamă de faptul că balonul lămpii cu vapori de mercur depășește cu mult partea inferioară a reflectorului, nemaiasigurînd astfel unghiul minim de protecție. De aceea alegerea corpurilor de iluminat trebuie făcută, în acest caz, cu multă grijă. De asemenea în cazul folosirii șirurilor luminoase în multe cazuri există tendința de a suprima capacele frontale ale corpurilor de iluminat CK 12—240 sau CK 13—240, fără motive bine determinate. În lungul unui șir aceste capace pot ameliora unghiul de protecție, ceea ce este foarte indicat fără a fi nevoie să se ia alte măsuri suplimentare.

2. Alegerea izvoarelor luminoase în halele înalte cu degajări puternice de praf și impurități

În acest caz compoziția spectrală a luminii emise este de mică importanță, factorul hotărîtor fiind obținerea unei iluminări convenabile pe planul de lucru. Se recomandă, în acest caz, folosirea de lămpi cu flux unitar mare, montate în corpuri de iluminat cu o repartiție cît mai concentrată a fluxului luminos, în vederea obținerii unor intensități luminoase ridicate. Se pot folosi lămpi cu vapori de mercur cu balon din sticlă clară sau cu balon fluorescent, lămpi cu incandescență sau lămpi cu vapori de sodiu montate în reflectoare cu oglindă de metal polizat sau sticlă argintată, avînd o curbă fotometrică ascuțită.

După cum s-a mai amintit anterior, pot fi folosite și lămpi fluorescente montate cîte 4—6 buc., în corpuri de iluminat de mare suprafață, emailate sau oglindate în interior. Această ultimă soluție este, deocamdată, mai greu de aplicat, în țara noastră nefabricîndu-se astfel de corpuri de iluminat.

3. Alegerea izvoarelor luminoase în halele de montaj

În cazul halelor de montaj în care nu se execută lucrări care presupun mișcări de rotație, fenomenul stroboscopic nu se ia în considerație. La halele înalte se recomandă cu precădere alegerea lămpilor cu vapori de mercur cu balon fluorescent, sau a corpurilor de iluminat de mare suprafață cu lămpi fluorescente. În halele de montaj în care se cere sortarea exactă a culorilor este necesar să se asigure o compoziție spectrală constantă a luminii pe planul de lucru în decursul celor trei schimburi la un nivel de iluminare dat.

În acest caz, instalația de iluminat cu tuburi fluorescente va trebui să funcționeze în „tampon" cu instalația de iluminat naturală. Prin intermediul unui traductor fotoelectric va trebui acționat sistemul de reglare cu tiratroane a fluxului luminos al lămpilor fluorescente cu o compoziție spectrală cît mai apropiată de aceea a luminii naturale, astfel încît în 24 ore, pe planul de lucru, iluminarea să fie constantă, iar compoziția spectrală a luminii practic neschimbată.

Din cele expuse se pot trage următoarele concluzii:

a) În halele înalte unde efectul stroboscopic nu este supărător, pot fi folosite cu succes lămpi cu vapori de mercur cu balon fluorescent.

b) În halele înalte (9, 10, 12 m și mai mult) unde efectul stroboscopic este supărător, se pot folosi atît lămpi fluorescente cît și lămpi cu vapori de mercur, în acest ultim caz avîndu-se grijă să se vadă în ce măsură soluția convine din punctul de vedere al atenuării efectului stroboscopic și totodată al economicității.

c) În cazuri speciale, cînd se cere o compoziție spectrală și o iluminare constantă, trebuie luate măsuri speciale pentru a se asigura acest lucru.

Bibliografie

[1] *Saikievici A.*: Studiul orbirii lămpilor cu fluorescență, Svetotehnica, *2* (1956), 3, 5—11.

[2] *Marciniak S.*: Lumina lămpilor fluorescente, Ochroma Pracy (1953) 3, 74—77, și 4, 117—121

[3] *Oweltjes T. L., Elenbaas W., Labberte R. K.*: O nouă lampă cu vapori de mercur de înaltă presiune cu balon fluorescent. Philips techn. Rundschau, *13* (1951) 5, 113—125.

[4] * * * Manualul inginerului electrician vol. V, Editura tehnică București 1957.

[5] *Groher H.*: Folosirea lămpilor electrice cu fluorescență în hale înalte, Lichttechnik, *8* (1956) 2, 55—56.

Recenzie

LEXICONUL TEHNIC ROMÎN

O mare lucrare enciclopedică în domeniul tehnicii și al științelor ei de bază

Dezvoltarea economiei noastre naționale, datorită avîntului industriei, al tehnicii și științei, cer oamenilor muncii să-și ridice necontenit nivelul profesional, să-și lărgească continuu sfera de cunoștințe tehnice, pentru a contribui din plin la creșterea și perfecționarea neîntreruptă a producției socialiste, pe baza tehnicii celei mai înalte.

Răspunzînd acestei necesități și aplicînd în practică directivele partidului și guvernului, Editura tehnică a tipărit între anii 1949—1956 prima ediție a Lexiconului Tehnic Romîn, elaborat de Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Populară Romînă (A.S.I.T.).

La realizarea acestei lucrări au contribuit cîteva sute de colaboratori — academicieni, membri corespondenți ai Academiei R.P.R., doctori în științe, cadre universitare dintre cele mai calificate, ingineri și tehnicieni care activează nemijlocit în aproape toate ramurile industriale, laureați ai Premiului de Stat etc.

Lexiconul Tehnic Romîn ediția I a apărut în 7 volume cuprinzînd 48 763 de termeni directori cu toate subdiviziunile lor și circa 6 500 figuri.

Apariția numeroaselor ramuri noi de producție, dezvoltarea rapidă pe care a luat-o tehnica în ultimii ani și creșterea numărului celor care folosesc tehnica, cît și precizările făcute în multe domenii ale terminologiei tehnice de către Academia R.P.R. și Oficiul de Stat pentru Standarde au dus la publicarea noii elaborări a acestei lucrări.

Noua ediție a Lexiconului Tehnic Romîn este elaborată de un colectiv mai lărgit al A.S.I.T.

Concepută în 15 volume, noua elaborare cuprinde un vast material documentar din, 70 de discipline de bază și va prezenta în circa 10 000 de pagini 70 000 de termeni directori și aproximativ 17 000 de figuri.

În noua lui formă, Lexiconul reflectă nivelul înalt la care s-a ridicat capacitatea de cercetare, de proiectare și de producție din țara noastră, sub impulsul industrializării socialiste a țării și al cuceririlor noi, romînești și mondiale, ale științei.

Noua ediție a Lexiconului Tehnic Romîn cuprinde o informare tehnică mai amplă, atît în ceea ce privește numărul de termeni tratați cît și întinderea și profunzimea fiecărui text explicativ, bazată pe progresul tehnicii și al științei. Numărul de discipline s-a mărit, cuprinzînd ramuri noi ca: Pedologia, Televiziunea, Plasticitatea, Fizica atomică nucleară etc.

S-au introdus mulți termeni noi, ca: Acoperire, Adaos, Metalurgie, Aerofar. Automatizare, Aeromagnetometrie, Burează, Calculator electronic etc.

S-a realizat o ordonare mai sistematică a materialului și o unificare a terminologiei tehnice și științifice, de comun acord cu lucrările lexicografice ale Academiei R.P.R. și cu Oficiul de Stat pentru Standarde.

Aspectul grafic al lucrării a fost schimbat. S-a folosit formatul mare Z5-205/265 mm cu un număr mai mare de semne tipografice pe pagină, cu o ilustrație bogată și pe hîrtie velină.

Pînă în prezent au apărut primele 8 volume ale noii ediții a Lexiconului Tehnic Romîn, totalizînd 4 947 de pagini, circa 26 974 de termeni directori, 7 742 de termeni secundari explicați în text și 9 606 de figuri.

Următoarele 8 volume (vol. IX—XVI) vor apărea în anii 1961—1964, cuprinzînd literele H—Z, iar prețul fiecărui volum va fi de 100 lei.

Noua elaborare a Lexiconului Tehnic Romîn va intra în tezaurul culturii ca un bun social și va deveni un îndrumător prețios pentru ingineri, tehnicieni, cercetători, cadre didactice, militari, studenți și pentru muncitorii cu un nivel tehnic mai ridicat.

Documentare

621.313 *Mașini electrice*

CZ 621.313.333.1.016.312

Un nou tip de arbore electric între mașini asincrone de puteri diferite. După: C. Bălă, Bul. Inst. Politehnic, București, XXII (1960), fasc. 1, 103—115, 6 fig., 4 formule, 5 ref. bibl.

În unele procese tehnologice este necesară sincronizarea vitezelor de rotație la două motoare de putere diferită. Calea clasică de realizare a acesteia cu ajutorul unei mașini auxiliare asincrone este legată de cheltuieli ridicate, fapt care a determinat pe autori să propună o schemă mai eficientă, care să fie în același timp și economică. Se prezintă în continuare schema și se arată principiul de funcționare al acesteia. Se analizează apoi comportarea în regim staționar a arborelui electric cu transformator de sincronizare. Se fac schemele echivalente ale motoarelor și se trasează locul geometric al curenților, ca apoi să se scrie cuplul mașinii sincronizate. Se arată domeniul de funcționare în regim staționar al arborelui electric cu transformator de sincronizare și se arată principiile de stabilire a acestuia. Schema este alcătuită astfel încît permite funcționarea în situații în care mașina este încărcată aproape de sarcina nominală.

B.P.

CZ 621.313.333.2.045.56 : 621.317.734

Aparat de examinat ancoșele rotoarelor în colivie. După Angermann și Eckardt: Elektrie **14** (1960) 12, 91—92.

Înainte de executarea altor operații tehnologice, bobinajul-colivie turnat în ancoșele rotorului trebuie încercat. În primul rînd sînt explicate erorile provenite din sistemul actual de încercare la care rotorul este introdus într-un stator de încercare mai mare în diametru decît statorul căruia îi aparține rotorul în cauză.

Metoda nouă constă în examinarea coliviei rotorului, bară după bară, putîndu-se stabili mai ușor locul precis al defectului din turnătorie, decît prin metoda veche. Apoi, este descrisă în amănunt metoda nouă, care constă în rotirea rotorului de examinat prin fața dispozitivului de măsurat. Printr-o bobină primară, în rotor se produce un flux magnetic care la rîndu-i provoacă un curent electric I în barele cuprinse de fluxul de mai sus. În jurul barei supuse încercării curentul I produce un cîmp H, care induce într-o bobină secundară o tensiune U proporțională cu conductibilitatea barei respective. Printr-o schemă se arată cum, în cazul unui defect (de turnare) într-o bară, rotorul încetează automat de a se învîrti anunțînd aceasta printr-un semnal luminos. Apoi sînt prezentate în trei diagrame valorile tensiunii U atît pentru o colivie fără defecte, cît și pentru una defectuoasă.

Aparatul poate fi utilizat pentru diferite mărimi de rotoare, bobinele, cea primară și cea secundară, fiind reglabile. Articolul se încheie dînd explicații privind aplicarea sistemului de control de mai sus la fabricarea în serie a rotoarelor și la eliminarea automată din circuit a rotoarelor defecte.

C. Gh.

621.316.5 *Întreruptoare*

CZ 621.3.014.3 :621.316.5

Determinarea valorii curentului de scurtcircuit în instalațiile electrice interioare de joasă tensiune. După: V. Babeș, Energetica **8** (1960) 9, 406—416, 7 fig., 1 tabelă, 6 ref. bibl.

Se descriu metode practice simple pentru determinarea rapidă a curentului de scurtcircuit în rețele de joasă tensiune, metode necesare pentru reglarea protecției și alegerea aparatajului în rețele relativ complexe. Se dau relațiile de calcul al curentului de scurtcircuit și modul de determinare a rezistențelor și reactanțelor liniilor, transformatoarelor, cablurilor. De asemenea, pe baza relațiilor menționate, s-au trasat o serie de curbe cu ajutorul cărora se determină ușor curentul de scurtcircuit pe baza cunoașterii caracteristicilor rețelei; diagramele sînt construite pentru diferite tensiuni nominale. Relațiile de calcul și diagramele se utilizează în două exemple de calcul. Se dau în final indicații de utilizare a metodelor de calcul prezentate și se trag concluzii referitoare la măsurile care trebuie luate pentru reducerea curentului de scurtcircuit. Articolul conține două anexe cuprinzînd precizări asupra determinării exacte a reactanței transformatoarelor și liniilor.

P.B.

CZ 621.316.57.027.3

Întreruptoare de înaltă tensiune pentru puteri de scurtcircuit mari. După A. Hochrainer; ETZ-A **81** (1960), 25, pag. 874—881, 22 fig., 9 referințe bibliografice

Dezvoltarea sistemelor electroenergetice are ca o consecință creșterea puterii de scurtcircuit; apare în acest fel necesitatea realizării aparatajului de comutație corespunzător. Autorul trece la început în revistă modul de creștere în timp a puterii de scurtcircuit, precum și variația tensiunii de restabilire pe baza unei scheme echivalente. În continuare se prezintă diferite forme constructive de întreruptoare cu ulei sau aer comprimat, precum și performanțele care s-au obținut cu acestea. Stingerea arcului se realizează fie prin efectele acestuia, pentru întreruptoare cu ulei, fie cu ajutorul aerului comprimat, la cele cu aer comprimat. Ușurarea stingerii se poate realiza, de asemenea, și pe calea secționării arcului în mai multe locuri, prin montarea în serie a mai multor contacte. Verificarea performanțelor în ceea ce privește tensiunea de ținere și îndeosebi puterea de rupere necesită instalații puternice.

P. B.

621.317 *Măsurători electrice*

CZ 621.317.311/312 : 538.632

Măsurarea curenților continui și alternativi cu ajutorul efectului Hall. După M. E. Mazorov și I. N. Prodnicov; Izmeritelnaia tehnica. (1960), 7 (iulie), 45—47

Pornind de la ecuația ce dă tensiunea Hall funcție de curentul ce trece prin înfășurarea care creează cîmpul magnetic, se prezintă mai multe scheme care pot fi folosite pentru măsurarea curenților alternativi ($\omega \neq 0$) sau a curenților continui ($\omega = 0$).

Sînt analizate diferitele scheme și se dau indicații asupra alegerii și calculului parametrilor lor. Aparatul construit experimental prezintă următoarele caracteristici tehnice: limitele de măsură 2,5; 5; 10 A (scala aparatului este pătratică), eroarea 3,5%, gama frecvențelor de lucru 0—100 kHz, eroarea de temperatură în intervalul 10—40°C nu mai mare de 1%.

Comportarea aparatului în regim nominal este bună; el poate rezista timp scurt și la o suprasarcină de cinci ori curentul nominal.

Fl. T.

CZ 621.317.333.82

Măsurarea înaltelor tensiuni de impulsie. Divizoare de tensiune. După G. Gary; Rev. Gén. Electr. **69** (1960) 10, 517—552, 48 fig., 7 tabele.

Se analizează teoretic și experimental comportarea divizoarelor de tensiune la unde de impulsie în scopul stabilirii măsurilor de reducere a erorilor de măsură.

După o prezentare a formei generale a divizorului (ca un cuadripol), se prezintă răspunsul acestuia la unde de forme diferite. În particular se stabilește cuadripolul reprezentativ ca fiind un sistem „cu defazaj minim" în care caz ecuațiile capătă o formă mai simplificată.

Articolul cuprinde o analiză critică a diferitelor tipuri de divizoare (rezistență simplă, rezistiv-capacitiv, divizor cu ecran de repartiție a cîmpului, divizor capacitiv), precum și a modului de conectare a acestora cu osciloscopul catodic (cu sau fără cablu de întîrziere).

Pe baza concluziilor stabilite în primele două părți ale lucrării se analizează metodele de încercare a divizoarelor de tensiune stabilind metodologia de experimentare. Sînt reprezentate diferitele experiențe pentru determinarea parame-

trilor caracteristici. Ultima parte a lucrării prezintă un divizor de precizie pentru tensiunea de 500 kV; caracteristicile electrice şi constructive, — date în lucrare — au permis să se obţină performanţe remarcabile, materializate prin o serie de oscilograme.

În anexele lucrării sînt deduse relaţiile privitoare la răspunsul cuadripolului al divizorului atît în cazul undelor pline, cît, îndeosebi, în cazul undelor tăiate pe frunte.

Lucrarea este un preţios îndreptar pentru inginerii care se ocupă cu încercări la înalte tensiuni de impulsie, atît din punct de vedere teoretic cît şi experimental.

P. B.

CZ 621.317.372

Studiul şi încercarea unui circuit simplu de punte pentru măsurarea industrială a factorului de putere. După E. Volta; L'Elettrotecnica **XLVII** (1960) 11, 793—804, 28 fig., 17 formule, 8 ref.

Realizarea unui aparat simplu care să poată măsura factorul de putere, pentru limite de curenţi şi tensiuni destul de mari, constituie obiectul articolului de faţă. La început se expune principiul de măsură cu ajutorul unui circuit simplu, de punte şi se analizează sensibilitatea schemei, luînd în considerare variaţiile factorului de putere însuşi, precum şi cele ale curenţilor şi tensiunilor. Apoi se prezintă particularităţile schemei pentru utilizarea acesteia în sistem monofazat, bifazat şi trifazat; de asemenea, se analizează modul de utilizare pentru curenţi mari (cu ajutorul reductorului de curent) sau pentru tensiuni mari (cu ajutorul reductorului de tensiune).

Apoi se descrie realizarea practică a unui aparat cu gamă mare de utilizare, precum şi rezultatele experimentale obţinute. Încercările experimentale efectuate au stabilit eficacitatea sistemului utilizat şi calităţile remarcabile ale aparatului construit (sensibilitate bună, domeniu mare de utilizare, comoditate de măsură etc.). Rezultatele obţinute sînt utile pentru stabilirea schemelor de măsură a factorului de putere menţionînd şi posibilitatea de înregistrare continuă a acestuia.

P. B.

CZ 621.317.727.1.015.33

Noi cunoştinţe în legătură cu comportarea şi încercarea divizorilor de tensiune utilizaţi la măsurarea tensiunilor de şoc foarte mari, care variază rapid. După K. Berger şi A. Asner; din Bull. ASE t **51** (1960), 16, 769—783, 10 ref.

Se studiază teoretic şi experimental problema măsurării tensiunilor foarte înalte şi a tensiunilor de şoc, cu ajutorul divizorilor de tensiune şi a cablurilor lor de legătură. În partea teoretică a articolului sînt descrise pe scurt procedeele cunoscute de determinare a erorii de transmitere a unui echipament de măsură a şocului, după răspunsul său la un şoc dreptunghiular. În cazul unui şoc cu frontul abrupt, se indică un nou procedeu de determinare a erorii, bazat pe răspunsul armonic (de fază şi amplitudine) al echipamentului de măsură. Eroarea este determinată în momentul ruperii t', prin dezvoltarea în serie a unei funcţii periodice $f(t)$, care cuprinde şocul în intervalul de la 0 la t'.

Experienţele făcute arată că etalonarea echipamentului de măsură a şocului după cele două procedee dă aceleaşi erori de transmitere, rezultatele fiind în concordanţă cu studiile teoretice; de asemenea, răspunsul pentru un şoc dreptunghiular rezultat din răspunsul armonic al echipamentului de măsură concordă foarte bine cu răspunsul ridicat direct.

Fl. T.

Cronică

Problemele tehnicii întreruperii şi protecţiei

Pe linia directivelor P.M.R. cu privire la aplicarea tehnicii noi şi a sarcinilor trasate de Congresul al III-lea al P.M.R., a fost organizată în luna iunie o dezbatere tehnico-ştiinţifică cu tema *„Problemele tehnicii întreruperii şi protecţiei"*.

Dezbaterea tehnico-ştiinţifică a reunit o serie de referate care arată ultimele realizări şi perspectivele îmbunătăţirii echipamentului electric de întrerupere atît pentru joasă cît şi pentru înaltă tensiune.

Referatul prezentat de ing. G. Hortopan şi ing. I. Marinescu intitulat *„O staţie de încercări directe în reţeaua de înaltă tensiune"* constituie o trecere în revistă a noilor posibilităţi de încercare a echipamentului electric în staţia de încercări de la Braşov. Construită şi echipată în scopul verificării şi îmbunătăţirii performanţelor echipamentului electric, staţia cuprinde în mare în afara circuitului principal un comutator program pentru telecomanda electronică a fenomenului de studiat, un pupitru de comandă şi semnalizare, un oscilograf cu bucle şi un oscilograf catodic cu explorare mecanică. Drept contactor este folosit un IUP-10 inversat; măsurarea curenţilor cu şunturi, iar măsurarea tensiunilor cu transformatoare de tensiune şi divizor de tensiune. Prima încercare efectuată în staţie (încercarea de eforturi electrodinamice şi termice a unui transformator de 1000 kVA 6/0,4 kV) a demonstrat utilitatea acesteia.

Referatul prezentat de ing. M. Pesici şi ing. I. Barbu intitulat *„Capacitatea de încercare a staţiei de joasă tensiune I.C.E.T. Bucureşti"*, constă în prezentarea construcţiei şi posibilităţilor staţiei de încercare la curenţi intenşi şi joasă tensiune. Automatizarea comenzilor fenomenului se face cu comutatorul program. În dotare intră un contactor sincron de construcţie specială pentru a închide într-un timp foarte scurt şi cu dispersie mică. S-au efectuat încercări asupra siguranţelor de mare putere şi joasă tensiune şi asupra întreruptoarelor de joasă tensiune, obţinîndu-se de la staţie caracteristicile scontate. În afara staţiei principale, se dispune de un circuit de încercare sintetică a siguranţelor în domeniul timpilor de ardere mari şi de o staţie de încercare la uzura contactelor. Pentru fotografierea arderii arcului electric s-a construit o lupă de timp.

Referatul prezentat de ing. G. Ionescu şi ing. J. Schwartz intitulat *„Situaţia actuală a întreruptoarelor fabricate în ţară; cerinţe de viitor"* prezintă o serie de considerente legate de utilizarea întreruptoarelor de înaltă tensiune fabricate în ţară în reţelele noastre. Întrucît pe de o parte caracteristicile unora dintre aceste întreruptoare sînt depăşite în special în ceea ce priveşte puterea de rupere, şi pe de altă parte se prevede o creştere în continuare a puterii de rupere sînt prezentate o serie de întreruptoare de fabricaţie străină şi performanţele acestora, în vederea asimilării de către industria noastră a tipului celui mai adecvat din punct de vedere economic şi care să corespundă cerinţelor viitoare create de interconectarea reţelelor şi creşterea puterii instalate.

Referatul prezentat de ing. D. Simulescu, intitulat *„Îmbunătăţirea continuă a calităţii întreruptoarelor de joasă tensiune"* prezintă ultimele date asupra construcţiei întreruptoarelor de joasă tensiune. Datorită îmbogăţirii utilajului s-au putut efectua încercări asupra unora dintre aceste aparate, demonstrîndu-se din plin că posibilităţile acestora sînt la nivelul cerinţelor actuale (contactoare echipate cu relee, întreruptoare cumpănă, echipament pentru locomotivele Diesel electrice). De asemeni a fost îmbunătăţit tipul DITA-350, în planul de perspectivă fiind introdusă şi atacarea unor noi tipuri de întreruptoare de joasă tensiune şi curent mare (ex. 400 A).

M. I.

Simpozionul „Mijloace auxiliare de calcul în industria energetică și electrotehnică"

În cursul lunii iunie a fost organizat un simpozion cu tema de mai sus.

S-au prezentat referatele:

1. *Folosirea de mașini de calcul numerice la rezolvarea problemelor de rețele electrice*, de ing. Liviu Groza, I.S.P.E., care a prezentat experiența acumulată la I.S.P.E. în rezolvarea cu mașini de calcul electronice sau cu modele de c.c. sau c.a. a problemelor de stabilitate de repartizare a tensiunilor, a curenților de scurtcircuit etc.

2. *Folosirea modelării în scopul predeterminării supratensiunilor în autotransformatoare*, de conf. ing. G. Hortopan, I.C.E.T., care a prezentat principiile modelării electromagnetice a transformatoarelor aplicate la I.C.E.T. pentru construcția și încercarea modelelor unor autotransformatoare, cît și imagini ale aparaturii respective și a oscilogramelor înregistrate din care au rezultat concluzii foarte utile.

3. *Folosirea mașinii de calculat analogice la rezolvarea circuitelor cu trei acumulatoare de energie*, de ing. Mihai Popov, Institutul de energetică al Academiei R.P.R. și ing. I. Marinescu, I.C.E.T., în care s-a arătat pe un exemplu concret al unui circuit de încercare sintetică a siguranțelor de înaltă tensiune ajutorul prețios pe care poate să-l dea mașina de calcul analogică la dimensionarea circuitelor electrice mai complicate.

4. *Determinarea supratensiunilor în stațiile electrice folosind metoda modelării*, de ing. Mihai Ilie, I.R.M.E., care a prezentat posibilitățile modelării stațiilor în laborator și măsurarea comportării la supratensiuni a modelelor, rezultînd concluzii asupra comportării stațiilor însăși.

A. A.

Brevete R.P.R.

CZ 621.313.1.043.3—755

PROCEDEU ȘI APARAT ELECTRONIC PORTATIV PENTRU ECHILIBRAREA ROTOARELOR MARI. Brevet R.P.R. nr. 40583/1470, data înreg. 28.1.1956, data publ. 16.1.1958. Titular: Ministerul Industriei Grele. Autor: ing. Dan Teodorescu.

Cu ajutorul aparatului inventat se determină în mod independent una de alta valoarea și faza dezechilibrului prin compararea tensiunii date de un traductor (*1*) cu o tensiune sinusoidală produsă de un generator sincron monofazat (*5*) antrenat de axul rotorului de echilibrat și avînd statorul decalabil, astfel ca faza dezechilibrului să se obțină prin rotirea statorului. Determinarea parametrilor dezechilibrului se face prin determinarea într-o primă etapă a fazei dezechilibrului și obținerea unei indicații asupra valorii acesteia, după care se montează în opoziție pe rotor un cuplu adițional cunoscut, obținîndu-se o a doua indicație asupra noii valori a dezechilibrului care, combinată cu prima indicație, conduce la determinarea valorii cuplului dezechilibrat. Compararea tensiunilor se face într-o punte electronică, folosind ca brațe ale punții două tuburi electronice amplificatoare (*9* și *11*). Ca indicator de zero al punții electronice se folosește un indicator optic (ochi magic, *15*) cu două sensibilități, fapt care permite determinarea separată a fazei și mărimea dezechilibrului.

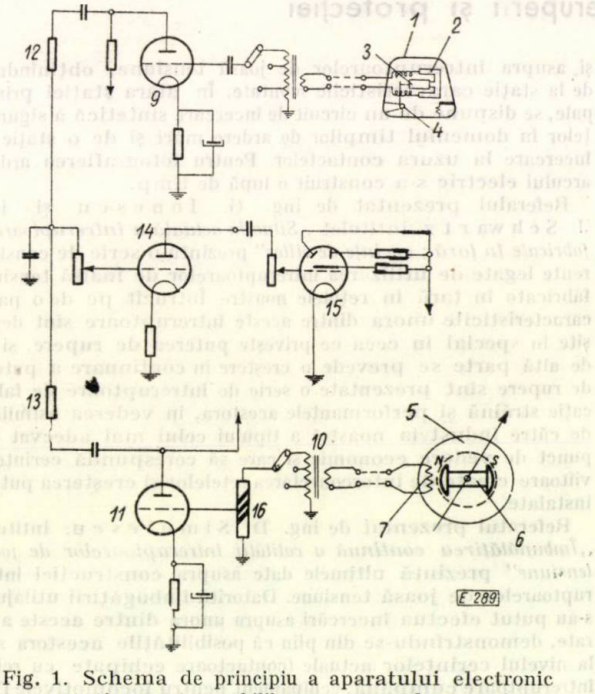


Fig. 1. Schema de principiu a aparatului electronic portativ pentru echilibrarea rotoarelor mari.

CZ 621.372.5

FILTRUL RC. Brevet R.P.R. nr. 41 206, înregistrat la 3.03.1958, publicat la 30.01.1960. Titular: Ministerul Industriei Grele. Autori: ing. Mario Duma și ing. Harri Herșcovici.

Filtrul *RC* este construit din una sau mai multe celule cuprinzînd una sau mai multe rezistențe neliniare, a căror valoare variază în funcție de valoarea curentului care o parcurge. Prin variația frecvenței de impulsuri variază curentul în valoarea rezistenței neliniare și, în consecință, variază și caracteristica de frecvență a filtrului.

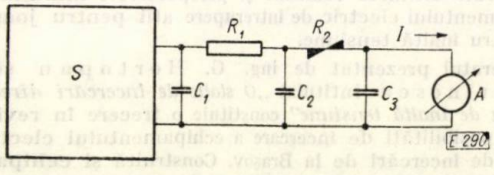


Fig. 1. Schema unui filtru *RC* cu două rezistențe.

Ca exemplu de realizare, redăm schema unui filtru cu două rezistențe, din care una neliniară.

Filtrul *RC* constituit din condensatoarele C_1, C_2 și C_3, și din rezistența liniară R_1 și rezistența neliniară R_2, primește un curent pulsatoriu de la sursa reprezentată în schema bloc prin *S*.

În cazul cînd valoarea medie a curentului *I* care este măsurată de aparatul *A* este proporțională cu frecvența pulsațiilor, pentru rezistența R_2 se alege o rezistență cu coeficient termic negativ, astfel încît la creșterea frecvenței, respectiv a curentului, scade valoarea rezistenței R_2, reducîndu-se constanta de timp a filtrului.

Filtrul *RC* inventat prezintă avantajul că permite obținerea atît a unui filtraj bun, la frecvența cea mai coborîtă de lucru, cît și a unei constante de timp satisfăcătoare la frecvențele de lucru medii sau superioare.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.327.42 :535.371

Avramescu A. şi *Macrin Gh.*: **Физические явления в флуоресцирующих лампах.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 301–310

Описываются основные физические явления в лампах с разряжениями в ртутных парах высокого и низкого давления, обсуждая факторы, влияющие на функциональные и конструктивные параметры люминесцентных и флуоресцирующих ламп, т.е. пласмус светофоры, температура окружающей среды, габаритные размеры, напряжение сети, потребляемый ток и условия эксплуатации. Сравниваются новые источники флуоресцирующего света с лампами накала. Показаны условия хорошей работы и средства устранения недостатков; даются советы для правильного подбора цветов и расстановки для получения эффективного и эстетического освещения

ДК 628.972.3 :621.327.42

Cividjian Gr., Puşcaşu S., Wolf M.: **Расчет освещения от линейных источников с флуоресцирующими трубами.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 311–316

Как частный случай общих расчетных соотношений освещения, в случае линейных световых источников, образуемых световыми корпусами флуоресцирующих трубок СК 12—140, обычно производимые в РНР, получаются соотношения и кривые, которые позволяют быстро рассчитывать освещение, даваемое линейными световыми источниками или полями, образуемыми этими параллельными источниками с конечной или бесконечной длиной.

ДК 621.327.42+621.327.32

Macrin Gh.: **Лампы с разряжением в газах и ртутных парах, используемых в общем освещении.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 316–324

Показаны конструкции, способ работы и пусковые приборы по ограничению тока для ламп с ртутными парами низкого и высокого двваления, а также для ксеноновых ламп, используемых в особенности в общем освещении. Приводятся технические характеристики ламп. Обсуждаются их поведение в эксплуатации и минимальные условия для достижения преимуществ, даваемых флуоресцирующим освещением: сильное освещение, правильный подбор цветов, соответствующий монтаж и уход за ними.

ДК 628.94 :621.327.32

Panagheorghe N. şi *Macrin Gh.*: **Осветительные корпусы для трубчатых флуоресцирующих ламп.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 324–333

Показаны трудности, возникающие при замене освещения накалом флуоресцирующим освещением. Обсуждаются общие условия, которым должны удовлетворить новые корпусы для трубчатых флуоресцирующих ламп. Затем описываются несколько серий осветительных корпусов, используемых в РНР, приводя габаритные рисунки, фотометрические кривые и электрические характеристики, а также их использование.

ДК 628.972 :66/69

Puşcaşu S.: **О выборе типа источника света в производственных помещениях машиностроительной промышленности.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 333–337

Показано, что в ряде цехов предприятий машиностроительной промышленности введено или вводится освещение флуоресцирующими трубками или лампами с ртутными парами. При выборе одного или другого источников освещения нужно принять во внимание несколько критериев, которые излагаются в работе.

РЕЦЕНЗИИ, 337
ДОКУМЕНТАЦИЯ, 338–339
ХРОНИКА, 340
ПАТЕНТЫ РНР, 340

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.327.42 :535.371

Avramescu A. und *Macrin Gh.*: **Physikalische Erscheinungen in den Leuchtstoffröhren.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 301–310

Es werden die physikalischen Grunderscheinungen in den Nieder-und Hochdruck-Quecksilberdampflampen beschrieben und die Faktoren besprochen, die Betriebsparameter und den Bau der betreffenden Luminiszenz-und Fluoreszenzlampen beeinflussen: das Plasma, die Fluorophoren, die Temperatur der Umgebung, die Bemessung, die Netzspannung, die entnommene Strommenge und die Betriebsbedingungen. Sodann wird ein Vergleich zwischen den neuen Fluoreszenzleuchtkörpern und den Glühbirnen gemacht. Es werden die Bedingungen einer guten Auslastung und die Mittel zur Beseitigung der Mängel angeführt, wobei Empfehlungen zur richtigen Auswahl der Farben und der Aufstellung im Hinblick auf eine wirksame und ästhetische Ausleuchtung erteilt werden.

DK 628.972.3 :621–327.42

Cividjian Gr., Puşcaşu S., Wolf M.: **Die Berechnung der Lichtausbeute linearer Strahler mit Leuchtstoffröhren.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 311–316

Es wird darauf hingewiesen, dass bei einer Angleichung der allgemeinen Zusammenhänge zur Berechnung der Lichtausbeute man im Falle der linearen Strahler, die aus CK-12-240-Leuchtstoffröhren rumänischer Herkunft gebildet sind, Zusammenhänge und Kurven erhält, die eine Überschlagsberechnung der Lichtausbeute lienarer Lichtquellen oder — flächen gestattet, die aus paralellen linearen Strahlern unbestimmter oder bestimmter Länge gebildet sind

DK 621.327.42.+621.327.32

Macrin Gh.: **Zur allgemeinen Beleuchtung verwendete Quecksilberdampflampen**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 316–324

Es werden die Bauweise, die Arbeitsweise, die Einschalt — und Drosselvorrichtungen für Nieder-und Hochdruck-Quecksilberdampflampen und für Xenonlampen beschrieben, die vor allem für die allgemeine Beleuchtung verwendet werden. Anschliessend werden die technischen Kenngrössen der Lampen angegeben. Es wird ihr Verhalten während des Betriebs und die minimalen Bedingungen besprochen, die zur Erreichung der Vorteile der Fluoreszenzbeleuchtung erfüllt sein müssen: eine höchstmögliche Ausleuchtung, eine richtige Auswahl der Farben, eine entsprechende Montage und Wartung.

DK 628.94 :621.327.32

Papagheorghe N. und *Macrin Gh.*: **Leuchtkörper für Leuchstoffröhren.**

Electrotehnica **9** (1961) 9 324–333

Es werden die Schwierigkeiten gezeigt, die bei der Einführung der fluoreszenten Beleuchtung an Stelle der Glühlampenbeleuchtung auftauchen. Sodann werden die allgemeinen Bedingungen gezeigt, die die neuen Beleuchtungskörper für die Leuchtstoffröhren erfüllen müssen. Anschliessend werden einige in der RVR zur Anwendung gelangte Leuchtkörper beschrieben und die Bemessungen, die photometrischen Kurven, die elektrischen Kenndaten und ihre Anwendung angegeben.

DK 628.972 : 66/69

Puşcaşu S.: **Betrachtungen über die Auswahl der Lichtquellentyps in den Werkhallen des Maschinenbaus.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 333–337

Es wird darauf hingewiesen, dass in einer Reihe von Abteilungen der Maschinenbaubetriebe die Beleuchtung mit Leuchtstoffröhren oder Quecksilberdampfröhren eingeführt wurde, oder im Einführen begriffen ist. Bei der Wahl der einen oder anderen der beiden Lichtquellen müssen mehrere Kriterien in Betracht gezogen werden. Im vorstehenden Aufsatz werden die Kriterien beschrieben, die bei der Wahl der Lichtquelle zu beachten sind.

BUCHBESPRECHUNGEN, 337
DOKUMENTATION, 338–339
CHRONIK, 340
RVR-PATENTE, 340

SOMMAIRE

CD 621.327.42 :535.371

Avramesco A. et *Macrin Gh.* : **Phénomènes physiques dans les lampes à fluorescence.**
Electrotehnica **9**/1961)8R 301 – 310

Les auteurs décrivent les phénomènes physiques fondamentaux se produisant dans les lampes aux décharges dans des vapeurs de mercure à basse et à haute pression, tout en analysant les facteurs influençant les paramètres fonctionnels et constructifs des lampes luminiscentes et fluorescentes respectives : le plasma, les luminophores, la température du milieu ambiant, les dimensions du gabarit, la tension du réseau, le courant absorbé et les conditions de l'exploitation. Ils comparent les nouvelles sources de lumière fluorescente à celles des lampes à incandescence. Ils indiquent les conditions requises par un bon fonctionnement, ainsi que les mesures à prendre pour éliminer certains inconvénients, et donnent des conseils pour un choix judicieux des couleurs et de la disposition, en vue d'obtenir un éclairage efficace et esthétique.

CD 628.972.3 :621 – 327.42

Cividjian Gr., *Puşcaşu S.* et *Wolf M.* : **Le calcule des éclairages produits par des sources linéaires à tubes fluorescents**
Electrotehnica **9** (1961) 9, 311 – 316

Il est montré qu'en appliquant les relations générales du calcul de l'éclairage au cas particulier des sources linéaires lumineuses formées des corps d'éclairage aux tubes fluorescents CK 12-240, dans la fabrication courante dans la République Populaire Roumaine — l'on obtient des relations et des courbes permettant un calcul expéditif de l'éclairage produit par des sources linéaires lumineuses ou des champs formés de sources linéaires lumineuses parallèles à longueur infinie ou finie.

CD 621.327.42.+621.327.32

Macrin Gh. : **Lampes à décharge dans des gaz et des vapeurs de mercure, utilisées dans l'éclairage général**
Electrotehnica **9** (1961) 9, 316 – 324

L'auteur décrit les constructions, le mode de fonctionnement et les appareils de démarrage et la limitation du courant pour les lampes à vapeurs de mercure à basse et à haute pression et les lampes au xénon, utilisées surtout dans l'éclairage général. Il indique les caractéristiques des lampes et examine leur comportement dans l'exploitation, ainsi que les conditions minima requises pour obtenir les avantages offerts par l'éclairage par fluorescence : des éclairages les plus forts possibles, un choix juste des couleurs, montage et entretien convenables.

CD 628.94 :621.327.32

Papagheorghe N. et *Macrin Gh.* : **Corps d'éclairage pour les lampes tubulaires à fluorescence**
Electrotehnica **9** (1961) 9, 324 – 333

Les auteurs signalent les difficultés apparaissant pendant la période de l'introduction de l'éclairage par fluorescence au lieu de l'éclairage par incandescence. Ils traitent des conditions générales que les nouveaux corps d'éclairage pour les lampes fluorescentes tubulaires doivent satisfaire. Ils décrivent ensuite, plusieurs séries de corps d'éclairage employés dans la République Populaire Roumaine, tout en donnant les dessins du gabarit, les courbes photométriques et les caractéristiques électriques ainsi que leur utilisation.

CD 628.972 :66/69

Puşcaşu S. : **Considérations sur le choix du type de source de lumière dans les halles industrielles de l'industrie des constructions mécaniques**
Electrotehnica **9** (1961) 9, 333 – 337

L'auteur montre que dans plusieurs secteurs des entreprises relevant de l'industrie des constructions mécaniques, l'on a introduit, ou l'on est en cours d'introduire, l'éclairage à l'aide des tubes fluorescents ou des lampes à vapeurs de mercure. Lors du choix de l'une ou de l'autre des deux sources lumineuses, il faut avoir en vue plusieurs critériums. L'article contient aussi une description des critériums qu'il faut prendre en considération lors du choix de la source de lumière.

COMPTES RENDUS, 337
DOCUMENTATION, 338 – 339
CHRONIQUE, 340
BREVETS REP. POP. ROUMAINE. 340

CONTENTS

DC 621.327.42 :535.371

Avramescu A. and *Macrin Gh.* : **Physical phenomena occurring in fluorescent lamps.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 301 – 310

This paper describes the basic physical phenomena occurring in lamps with discharges of low and high pressure mercury vapours and discusses the factors affecting the functioning and constructive parameters of luminiscent and fluorescent lamps, viz : plasma, luminophores, surrounding temperature, clearance gauge dimensions, network tension, current absorbed and working conditions. A comparison is made between the new sources of fluorescent light and incandescent lamps. One points out the conditions required by a good functioning and the means of eliminating certain drawbacks. Some advices are given concerning the judicious choice of colours and disposition of lamps in view of an effective and aesthetical illumination.

DC 628.972.3 :621 – 327.42

Cividjian Gr., *Puşcaşu S.*, *Wolf M.* : **The calculus of lighting produced by linear sources with fluorescent tubes.**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 311 – 316

The application of the general computation relations to the case of linear light sources consisting of lighting bodies with CK 12 – 240 fluorescent tubes, currently produced in the R.P.R., leads to the deduction of relations and curves allowing to easily compute the lighting produced by linear light sources or by parallel linear light sources of finite or infinite lenghth.

DC 621.327.42.+621.327.32

Macrin Gh. : **The lamps with mercury gas and vapour discharges used for general lighting**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 316 – 324

The building, the running, the starting features, and current limitation apparatus used in the case of low and high pressure mercury vapours and xenon lamps employed in general lighting are described. The technical characteristics of such lamps are given. Their working behaviour is discussed as well as the minimum conditions required for obtaining the advantages associated with fluorescent illumination, viz: strongest possible illumination, judicious choice of colours ; adequate mounting and maintenance.

DC 628.94 :621.327.32

Papagheorghe N. and *Macrin Gh.* : **Lighting bodies for tubular fluoresecent lamps**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 324 – 333

The difficulties occurring during the period involved by the substitution of incandescent with fluorescent lighting are pointed out. The general conditions to be met by the new lighting bodies in tubular fluorescent lamps are discussed. Several types of lighting bodies used in the R.P.R. are then described including the clearance gauge drawings, photometric curves, electric characteristics and utilization.

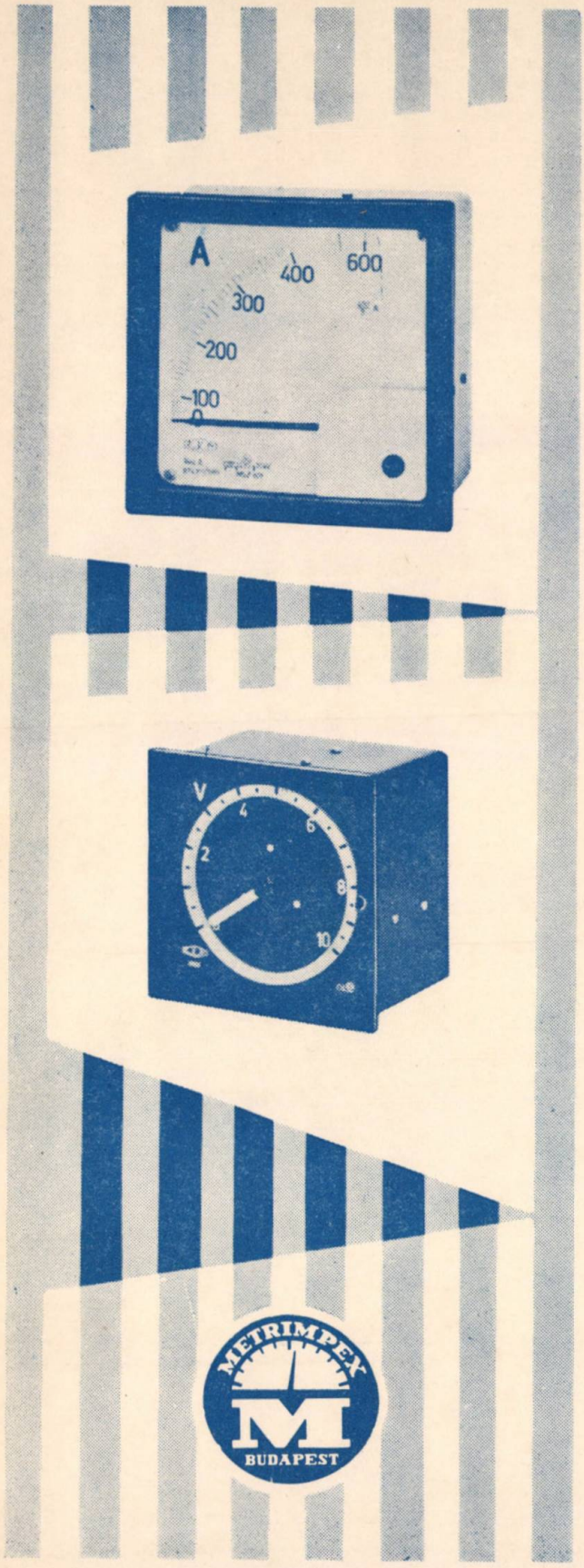
DC 628.972 :66/69

Puşcaşu S. : **Some considerations on the choice of light sources suitable for industrial halls in the machine building industry .**

Electrotehnica **9** (1961) 9, 333 – 337

Lighting by means of fluorescent tubes or lamps with mercury vapours has been introduced or is in process of introduction in various sectors of the enterprises belonging to the machine building industry. Several criteria, which are to be taken into consideration on choosing either of these two light sources are discussed in this paper.

REVIEWS, 337
DOCUMENTATION, 337 – 339
CHRONICLE, 340
R.P.R. PATENTS, 340



EKM

Unul dintre avantajele aparatelor noastre de tablou este şi faptul că ele sînt construite în dimensiunile standardelor DIN (96 x 96 mm şi 144 x 144 mm), iar altul că sînt protejate contra prafului şi stropilor de apă. Pentru realizarea unei lungimi mai mari a arcului scării gradate, dispozitivul de măsurat este plasat în colţul din dreapta jos al cutiei pătrate din tablă de oţel, încadrată în material plastic de culoare neagră.

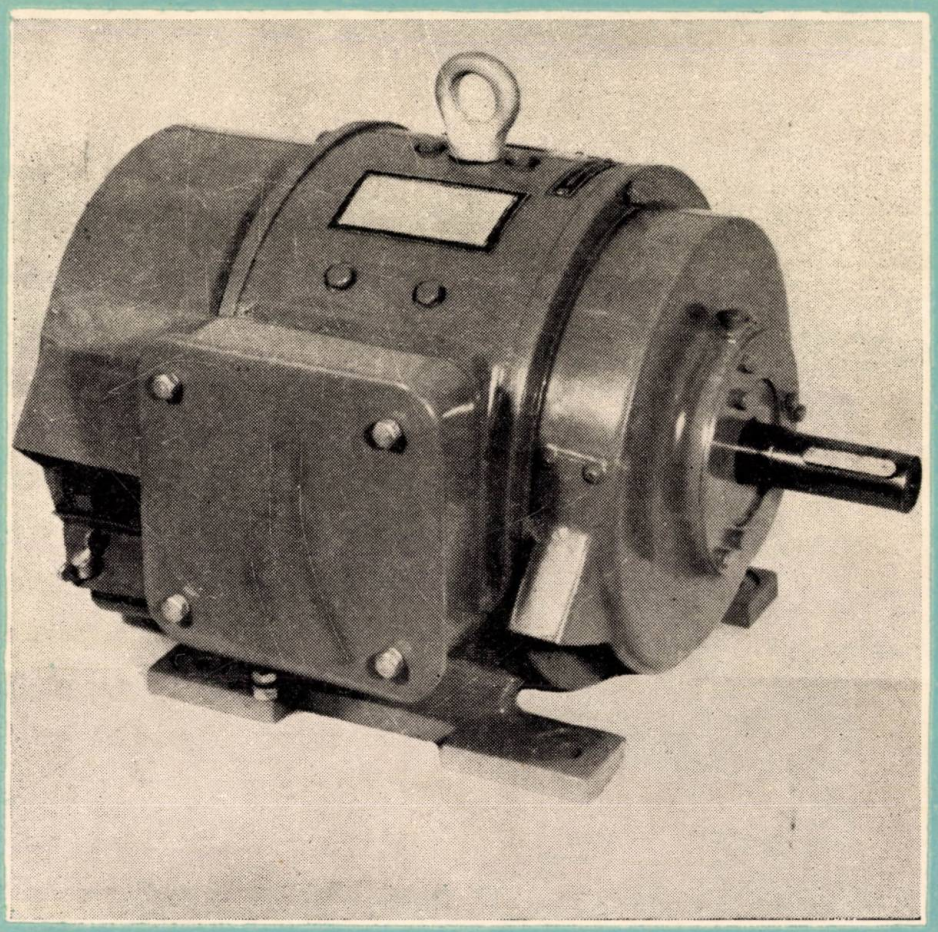
Deviaţia de 270° a aparatelor noastre de tablou cu scară gradată circulară, cum şi faptul că indicatorul şi scara gradată se află într-un singur plan, asigură o citire precisă fără eroare de paralaxă. Scara gradată se poate livra cu cifre albe sau galbene pe fond negru.

Exportă:

METRIMPEX

ÎNTREPRINDERE UNGARĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR
DE PRODUSE ALE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa : BUDAPEST 62. Căsuţa postală 202
UNGARIA
Adresa telegratică : INSTRUMENT Budapest



E 2040

KAT

REFERALNA

ELECTROTEHNICA

10

Electrotehnica — Bucureşti ★ Anul 9 ★ nr. 10 ★ p. 341—380 ★ octombrie 1961

COMBINATUL CHIMIC Făgăraș

produce și livrează:

- BACHELITĂ PRAF
- AMINOPLAST PRAF
- OBIECTE PRESATE DIN BACHELITĂ ȘI AMINOPLAST:

— *cutie pentru megohmetre*
— *cutie pentru voltmetre*
— *borne bipolare*
— *capace și butoni pentru întrerupători*

Pentru producția de serie mare furnizorul, execută proiectarea și seulele necesare presării pieselor respective.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883 ORSZÁGOS

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 10 octombrie 1961

CUPRINS

CZ 621.3 : 062.3(100)

Răduleț R. : **Reuniunea de la Interlaken a Comisiei electrotehnice internaționale**, 18—30 iunie 1961

Electrotehnica 9 (1961) 10, 341—346

CZ 621.3.064.3

Hortopan Gh. și *Marinescu I.* : **O stație de încercări directe în rețeaua de înaltă tensiune**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 346—350

În scopul îmbunătățirii continue a calității echipamentului electrotehnic, s-a construit și utilat o stație de încercări directe în rețea, la Brașov, în care se poate verifica stabilitatea termică și dinamică a transformatoarelor de distribuție de 6/0,4 kV, a transformatoarelor de curenți, a bobinelor de reactanță, cît și capacitatea de închidere și deschidere a întreruptoarelor și separatoarelor de sarcină, precum și capacitatea de rupere a siguranțelor de 6 kV. Stația cuprinde, în afara circuitului principal, un comutator program, un pupitru de comandă și semnalizare, osciloscraf cu bucle și osciloscraf catodic cu baleiaj mecanic. Măsurarea curenților se face cu șunturi, a tensiunilor cu transformatoare de tensiune și divizor de tensiune. Drept contactor sincron servește un IUP la inversat. Primele încercări făcute în stație, în vederea verificării stabilității termice și dinamice a transformatorului de 1 000 kVA, 6/0,4 kV au demonstrat utilitatea stației.

CZ 621.372.4 : 518.5

Marinescu I., *Popov M.* și *Tătaru N.* : **Folosirea calculatorului analogic la rezolvarea circuitelor cu trei și patru acumulatoare de energie.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 351—357

La încercarea siguranțelor de înaltă tensiune la putere de rupere prin metoda sintetică, circuitul oscilant trebuie să reproducă fazele întreruperii curentului de scurtcircuit în rețea. În condițiile impuse s-a stabilit un circuit oscilant adecvat, care cuprinde patru acumulatoare de energie. Pentru găsirea rapidă a soluției optime s-a utilizat calculatorul analogic, întrebuințîndu-se 8 amplificatoare operaționale. S-au obținut diferite soluții (curent în diferite ramuri sau tensiuni între diferite puncte ale circuitului) cu precizia de 1%.

CZ 621.316.11 : 518.5

Groza L., *Bogan M.* și *Ungureanu B.* : **Folosirea mașinilor electronice cifrice de calcul la rezolvarea problemelor de rețele electrice**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 358—366

Se dă o prezentare de ansamblu asupra rezultatelor obținute pînă în prezent prin folosirea în calculele de rețele electrice a unui tip mic de mașină universală, construită în R.P.R., la Institutul de Fizică Atomică.

Se arată progresele realizate în analiza regimurilor dinamice ale sistemelor energetice (stabilitate dinamică, timp de lansare etc.), precum și în cîteva cazuri de aplicare a analizei grafice Dimo, pentru studiul simultan al mai multor noduri ale unei rețele.

CZ 621 : 316.5.066.6

Fugaru C. și *Barbu I.* : **Tehnologia contactelor sinterizate folosite la aparatajul de joasă tensiune.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 367—371

Se descrie modul de preparare a pulberilor metalo-ceramice din argint, nichel, oxid de cadmiu cît și presarea și sinterizarea contactelor fabricate din aceste pulberi. Contactele studiate se aplică în tehnica curenților tari la aparatele de joasă tensiune ca demaroare și contactoare, care lucrează într-un regim greu. Se comunică rezultatele unor încercări la uzură ale contactelor elaborate.

Fotografia de pe coperta I reprezintă un motor asincron de macara cu nivel închis complet, 23 kW – 1 000 CP, iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă o serie de întreruptoare de înaltă tensiune, fabricate la uzinele „Electroputere" – Craiova.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621.3:062.3 (100)

Rădulef R.: **Совещание Международной электротехнической комиссии в Интерлакене, 18—30 июня 1961 г.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 341—346

ДК 621.3.064.3

Hortopan Gh., Marinescu I.: **Станция для непосредственных испытаний сети высокого напряжения.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 346—350

В целях дальнейшего качественного улучшения электротехнического оборудования, в Брашове построена и оснащена станция для непосредственных испытаний сети, позволяющая проверку тепловой и динамической устойчивости распределительных трансформаторов на 6/0,4 кв, трансформаторов тока, реактивных катушек, способности закрытия и открытия прерывателей и нагрузочных разъединителей, а также способности прерывания 6 кв предохранителей. Помимо основного контура станция включает программный коммутатор, щит управления и сигнализации, шлейфовый осциллограф и катодный осциллограф с механической продувкой. Токи измеряются шунтами, напряжение — трансформаторами напряжения и делителем напряжения.

Первые испытания, проведенные на станции для проверки тепловой и динамической стабильности трансформатора на 1 000 ква 6/0,4 кв, подтвердили ее целесообразность.

ДК 621.372.4:518.5

Marinescu I., Tătaru N. и *Popov M.*: **Использование аналогичного калькулятора для решения контуров с тремя и четырьмя аккумуляторами энергии.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 351—357

При испытании высоковольтных предохранителей на разрыв синтетическим методом осцилгирующая цепь должна воспроизводить фазы перерыва тока короткого замыкания в сети. В заданных условиях осуществлен соответствующий колебательный контур, включающий четыре аккумулятора энергии. Для быстрого нахождения оптимального решения был использован аналогичный калькулятор с 8 операционными усилителями.

ДК 621.316.11:518.5

Groza L., Bogdan M., Ungureanu B.: **Применение цифровых электронных счетно-решающих машин для решеня проблем, связанных с электрическими сетями.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 357—366

Освещаются результаты, полученные при расчете электрических сетей с помощью малогабаритной универсальной машины, сконетруированной в Румынии, в Институте атомной физики.

Отмечаются успехи, достигнутые в области анализа динамических режимов энергетических систем (динамическая стабильность, время разгона и др.), а также в ряде случаев применения графического анализа Димо, для одновременного изучения нескольких узлов одной и той же сети.

ДК 621:316.5.066.6

Fugaru C., Barbu I.: **Технология синтеризированных контактов, применяемых в аппаратуре низкого напряжения.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 367—372

Описывается способ приготовления металлокерамических порошков из серебра, никеля, окиси кадмия, а также прессовка и синтеризация контактов, изготовленных из этих порошков. Исследуемые контакты применяются в технике сильных токов для аппаратуры низкого напряжения, как например, пускатели и замыкатели, работающие в тяжелых условиях.

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.3 · 062.3(100)

Rădulet R. : **Die Reunion der internationalen Elektrotechnischen Kommission von Interlaken.**

Electrotehnica 9 (1961) H. 10, S. 341–346

DK 621.3.064.3

Hortopan Gh., Marinescu I. : **Eine Station für direkte Prüfungen im Hochspannungsnetz.**

Electrotehnica 9 (1961) H. 10, S. 346–350

Zwecks weiterer Verbesserung der Qualität der elektrotechnichen Ausrüstung wurde in Braşov eine Station fur direkte Netzprüfung gebaut und ausgerüstet, in der die thermische und dynamische Stabilität der 6/0,4 kV-Verteilertransformatoren, der Stromtransformatoren,der Blindwiderstandspulen wie auch die Unterbrechungs-und Verbindungsfähigkeit der Schalter und der Leistungstrenner und die Unterbrechungsfähigkeit der 6 kV-Sicherungen geprüft werden kann. Ausser der Hauptschaltung umfasst die Station ein Programmsteuerungsgerät, ein Schalt-und Signalisierungspult, einen Schleifenoszillograph und einen mechanischen Kathodenstrahloszillograph. Das Messen des Stroms erfolgt mit Hilfe von Nebenschlusswiderständen und das Messen der Spannung mit Hilfe von Spannungstransformatoren und -verteilern. Als Synchronschalter dient ein entgegengesetzt geschalteter IUP. Die ersten in der Station durchgeführten Versuche im Hinblick auf die Prüfung der thermischen und dynamischen Stabilität des 1 000 kVA-Transformators haben die Nützlichkeit der Station bewiesen.

DK 621.372.4 · 518.5

Marinescu I., Tătaru N. und *Popov M.* : **Die Verwendung des Analog-Rechners bei der Berechnung der Schaltungen mit drei und vier Energiespeichern.**

Electrotehnica 9 (1961) H. 10, S. 351–357

Beim Prüfen der Hochspannungssicherungen auf ihrer Trennfähigkeit durch das synthetische Verfahren, muss der Schwingungskreis die Phasen der Unterbrechung des Kurzschlusstroms im Netz wiedergeben. Unter den gegebenen Bedingungen wurde ein entsprechender Schwingungskreis festgesetzt, der vier Energiespeicher umfasst. Für das rasche Ermitteln der optimalen Lösung wurde der Analog-Rechner verwendet, wobei acht Operationsverstärker gebraucht wurden. Man erzielte verschiedene Lösungen (Ströme in verschiedenen Zweigen oder Spannungen zwischen verschiedenen Punkten des Stromkreises) mit einer Genauigkeit von 1%.

DK 621.316.11 : 518.5

Groza L., Bogdan M. und *Ungureanu B.* : **Die Verwendung der elektronischen Zahlen-Rechenmaschinen bei der Lösung der Probleme elektrischer Netze.**

Electrotehnica 9 (1961) H. 10, S. 358–366

Der Aufsatz gibt einen algemeinen Überblick auf die bisher erzielten Ergebnisse bei der Berechnung elektrischer Netze mit einer Klein-Universalrechenmaschine, die in der RVR im Institut für Atomphysik gebaut wurde.

Es werden die Fortschritte dargelegt, die in der Analyse der dynamischen Arbeitsgänge der energetischen Systeme (dynamische Stabilität, Einlaufszeit usw) erzielt wurden, sowie bei einigen Fällen der Anwendung der graphischen Analyse Dimo für die gleichlaufende Untersuchung mehrerer Knotenpunkte eines Netzes.

DK 621.316.5.066.6

Fugaru C., Barbu I. : **Die Technologie der gesinterten Kontakte bei Niederspannungsapparaten.**

Electrotehnica 9 (1961) H. 10, S. 367–372

Es wird die Herstellungsweise des metallisch-keramischen Pulvers aus Silber, Nickel, Kadmiumoxyd wie auch das Pressen und Sintern der aus diesem Pulver hergestellten Kontakte beschrieben. Die untersuchten Kontakte werden in der Technik der Starkströme bei Niederspannungsapparaten, wie Anlasser und Schalter, die unter schweren Bedingungen arbeiten eingesetzt. Es werden die Ergebnisse der Verschleissversuche der ausgearbeiteten Kontakte mitgeteilt.

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 10 București, octombrie 1961

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

Reuniunea de la Interlaken a Comisiei electrotehnice internaționale

18 — 30 iunie 1961

Remus Răduleț* — București

CZ 621.3 : 061.3 (100)

Evoluția recentă a activității Comisiei electrotehnice internaționale

Înființată în anul 1906, pe baza unei hotărîri luate la Congresul internațional de electricitate din anul 1904, Comisia electrotehnică internațională (C E I) urmărește cu perseverență, prin rezultatele studiilor sale, coordonarea și — în măsura posibilităților, — unificarea prescripțiilor și regulilor naționale în domeniul industriei electrotehnice. Baza lucrărilor ei a constituit-o unificarea, într-o primă etapă, a unităților de măsură a mărimilor, urmată de unificarea simbolurilor grafice și literale și apoi a terminologiei. Succesul lucrărilor C E I în domeniul unităților de măsură a fost complet. Fără a fi atins pînă în prezent succesele chimiștilor, opera C E I în domeniul simbolurilor grafice și literale depășește nivelul oricărei alte munci de unificare în domeniile tehnice bazate pe fizică. Munca de unificare a terminologiei, care întîmpină dificultățile diversității limbilor, a făcut progrese mari prin editarea vocabularului electrotehnic internațional în trei limbi (engleza, franceza și rusa), care a fost tradus pînă în prezent în mai multe limbi și poate servi ca ghid, în principal pentru limbile germanice, romanice și slave. Munca pentru elaborarea recomandărilor C E I privitoare la materialul electrotehnic se dezvoltă actualmente în 55 comitete tehnice și are patru direcții principale : energie, informație, metrologie și reglaj. Ele cuprind nouă domenii tehnice : echipament pentru producerea, transmisia și distribuția energiei electrice, de înaltă și joasă tensiune ; materiale pentru construcția echipamentului electric ; material de tracțiune electrică ; material pentru instalații la bordul navelor ; motoare primare hidraulice și termice pentru antrenarea generatoarelor electrice ; aparate de măsură ; receptoare electrice pentru industrie ; receptoare electrice pentru uzul casnic ; material pentru comunicații și electronică.

Domeniile energiei și măsurilor au format de la început obiectul preocupărilor Comisiei — și recomandările elaborate de ea pentru acestea acoperă aproape complet cîmpul lor, cu excepția cîtorva probleme de rețele electrice, a cîtorva materiale mărunte folosite în distribuția în joasă tensiune și a cîtorva probleme oarecum neelectrotehnice ale motoarelor primare, care nu sînt în relație cu problemele constructive ale generatoarelor electrice antrenate de ele.

Domeniile informației, mai precis, ale comunicațiilor, electronicii, calculatoarelor și tratării informației și reglajului, au intrat mai de curînd în preocupările Comisiei, dar — recent — — studiul lor a cunoscut o dezvoltare neobișnuit de rapidă. Din anul 1926, cînd s-a înființat primul Comitet tehnic de telecomunicații (Radiocomunicațiile), urmat abia în anul 1949 de Comitetul pentru electronică, s-au înființat pînă în prezent 14 Comitete de comunicații și electronică, iar acestea au format un comitet mixt și peste 10 subcomitete. În afară de ele, Comisia a înființat, în colaborare cu alte organizații internaționale, Comitetul internațional special al perturbațiilor radioelectrice (C I S P R). Astăzi, 33 de publicații C E I — în principal recomandări internaționale — din totalul de 91 de publicații în vigoare, privesc domeniile comunicației și electronicii ; între 1 iunie 1959 și 1 iunie 1960, din 77 documente difuzate spre aprobare comitetelor naționale pentru C E I, 32 privesc domeniile comunicației și electronicii. Lucrările C E I în aceste domenii privesc definiții, simboluri, măsuri și instrumente de măsură, încercări, securitate, specificații mecanice și electrice, tratamentul informației și calculatoarele, cum și desemnarea și marcajul.

* Prof. dr. ing. *R. Răduleț*, membru corespondent al Academiei R.P.R., Laureat al Premiului de Stat, este directorul Institutului de energetică al Academiei R.P.R. și președintele Comitetului național pentru C E I din R.P.R.

Ele privesc piese detașate, aparate și echipamente, tratînd fie un subiect și cu aplicații la obiecte diferite, fie un obiect sau un grup de obiecte, și stabilesc definiții și recomandări pentru anumite dimensiuni și reguli pentru aprecierea diferitelor calități. S-a acordat o atenție specială soliditățiii pieselor detașate, dat fiind că aparatele și mai ales echipamentele de comunicații și electronică sînt formate dintr-un număr foarte mare de componenți, defectarea oricăruia dintre aceștia putînd avea consecințe grave în anumite domenii, cum sînt aviația și navigația. În domeniile energiei nucleare, calculatoarelor și tratamentului informației, s-au pus primele jaloane care pregătesc recomandările internaționale, ca și în domeniul automaticii.

Urmînd, cu factura comitetelor sale tehnice, în mod strîns evoluția industrială recentă în toate domeniile electrotehnice, C E I nu a pierdut din vedere în nici unul dintre acestea raționalizarea fabricației prin micșorarea numărului de tipuri, atît pentru ca orice consumator să poată obține din surse diferite produse sau piese de schimb de calități și dimensiuni identice, cît și pentru a crea baze comune pentru aprecierea calității materialului, utile pentru producător și consumator. În domeniul securității, condițiile de lucru sînt mai dificile : deși în domeniul materialului pentru gospodării există și legislații care nu permit decît desfacerea unui material aprobat din punctul de vedere al securității, în domeniul securității în comunicații legislația e foarte zgîrcită sau lipsește, iar în cadrul C E I nu s-a realizat încă înțelegerea decît în privința receptoarelor radiofonice.

În general, în domeniul receptoarelor (casnice și industriale), mai există lacune de umplut, cu toată accelerarea considerabilă a lucrărilor C E I. Adaptarea recomandărilor mai vechi la noul nivel atins de tehnică — și care e mai mobil în domeniul materialului electrotehnic decît în cel al normelor de construcție, care e dinamizat în principal prin descoperirea de noi materiale electrotehnice — constituie o sarcină permanentă a C E I.

Dinamica din ultimii 10 ani a lucrărilor a fost condiționată de o dinamică corespunzătoare a numărului de țări membre și de comitete tehnice și subcomitete. În anii 1950, 1955, respectiv în 1960, C E I a avut 25, 31 respectiv 35 țări membre și a lucrat în 36, 76 respectiv 88 de comitete tehnice și subcomitete, dintre care s-au întrunit în acei ani 33, 41 respectiv 71. Lucrările acestora s-au cuprins, în anii 1950, 1955 respectiv 1960, în 300, 800 respectiv 1270 documente difuzate comitetelor naționale, numărul recomandărilor internaționale publicate fiind 2, 12 respectiv 22.

Apreciată prin prisma nevoilor standardizărilor naționale și a posibilităților C E I, munca recentă a acestei Comisii prezintă următorul tablou : din punctul de vedere al condițiilor în care se poate iniția o standardizare trebuie observat că problemele extensiunii minime, necesară pentru o astfel de operație, au stimulat, în general, activitatea C E I, ca și problemele condițiilor climatice, — dar că discrepanțele dintre legislații au frînat-o adeseori. Posibilitățile C E I sînt slabe, respectiv puternice, după punctul de vedere din care sînt considerate : slabe în măsura în care nu există convenții internaționale care să impună hotărîrile C E I, care și poartă doar numele de recomandări, însă puternice prin faptul că experiența arată că statele industrializate au început să treacă aproape toate la înscrierea în C E I și la adoptarea recomandărilor C E I ca standarde naționale, deși nu se exercită asupra lor nici un fel de constrîngere.

Organizarea reuniunii generale de la Interlaken

Reuniunea generală C E I din anul 1961, care a avut loc la Interlaken (Elveția) în intervalul 18 iunie — 30 iunie, a fost cea mai mare din istoria de peste o jumătate de secol a Comisiei, prin cei peste 1 000 de delegați și persoane însoțitoare din 32 țări membre, pe care i-a reunit în această localitate, spre a lucra în 46 comitete, subcomitete și grupuri de lucru și de experți. Un număr de 24 recomandări internaționale noi sau actualizate și 74 documente care se difuzează comitetelor naționale pentru C E I pentru a fi supuse votului după regula celor șase luni pentru luarea de poziție sînt roadele eforturilor din ultimii ani, definitivate în cursul reuniunii. Recomandările stabilesc nivelul actual al tehnicii în numeroase ramuri ale tehnicii de curenți tari și slabi, iar votul țării noastre în problemele puse prin cele 74 de documente ce se difuzează îi permite să participe activ la stabilirea nivelului mondial al tehnicii în ramuri și mai numeroase de tehnică — și în special de tehnică nouă.

Organizarea reuniunii a căzut în sarcina Comitetului național elvețian pentru C E I, numit Comitetul electrotehnic elvețian, care și-a format în acest scop un comitet de organizare, un comitet de recepție și informație și un comitet de femei și a desemnat cîte un șef de cursă pentru dirijarea vizitelor de interes tehnic.

Ședința de deschidere a lucrărilor a fost inițiată printr-o expunere a președintelui Comitetului electrotehnic elvețian, ing. Waldvogel. Ea a fost urmată de conferința delegatului indian Mohamed Hayath, închinată memoriei lui Charles le Maistre, primul secretar al C E I, întitulată „Ce reprezintă Comisia electrotehnică internațională pentru țările în curs de dezvoltare", publicată în traducere românească în revista Standardizarea și în care se remarcă o orientare neconformă cu practica

țării noastre în privința ponderii industriei grele față de industria ușoară, în propunerea pe care o face autorul cu privire la industrializarea țărilor slab dezvoltate.

Ședințele comitetelor tehnice s-au ținut zilnic între orele 9 și 12, respectiv 14 și 17.

În excursiile tehnice, organizate în timpul reuniunii, s-au vizitat uzinele, fabricile și atelierele următoare: Sulzer, Brown-Boveri, Oerlikon, Escher Wyss, Micafil, Sécheron, Charmillon și altele; în excursia de informație organizată după închiderea lucrărilor s-au vizitat principalele baraje și centrale hidroelectrice ale Elveției.

Lucrările Comitetului de acțiune C E I au avut loc la Interlaken, iar ședințele Consiliului C E I s-au ținut în castelul de la Spiez, la nord de Interlaken.

Activitatea Comitetului de acțiune

În Comitetul de acțiune s-au prezentat darea de seamă provizorie a secretariatului general asupra activității desfășurate în cadrul C E I în perioada 1960 — 1961 și darea de seamă a contabilității asupra nevoilor financiare crescute ale Comisiei, implicate de sporirea activității. După prezentarea deciziilor luate de Comitetul de acțiune după ultima reuniune generală, ținută în noiembrie 1960 la New-Delhi, profesorul R. Răduleț a expus stadiul lucrărilor efectuate în țara noastră pentru pregătirea reuniunii generale de anul viitor a C E I, la București. Dl. L. Maggi (Italia) a expus problemele pe care le pune reuniunea care se va ține în anul 1963, la Veneția, iar profesorul H. Yamashita (Japonia) a prezentat invitația Comitetului național japonez ca C E I să țină reuniunea generală din 1965 sau 1966 în Japonia. S-au discutat apoi problemele puse de nevoia delimitării obiectului de studiu al Comitetului C E I de calculatoare și prelucrarea datelor față de I S O, s-au confirmat președinții propuși pentru Comitetele tehnice: 52 (circuite imprimate): L. van Rooy (Olanda); 40: G. D. Reynolds (Anglia); 48: H. Mayr (Italia); 49: W. J. Young (Anglia); 51: K. H. von Klitsing Germania; 50 E. F. Seaman (S.U.A.), s-au delimitat preocupările Comitetelor tehnice 47 și 22 B și s-au adoptat propunerile făcute de comitetele naționale, pe baza experienței de pînă acum privitoare la procedeele de muncă ale grupurilor de lucru și de experți și s-au dat decizii în problemele privind Comitetele de lucru 31, 41, 40, cum și în problema publicațiilor C E I în limba rusă. S-au stabilit principiile anchetei pe care au propus-o numeroase comitete naționale, privitoare la concordanța dintre recomandările C E I și standardele naționale în domeniul electrotehnicii și s-au stabilit lucrările din domeniul electro ce urmează a fi elaborate de către ISO. S-au discutat problemele codului și marcării produselor, iar apoi s-a atras atenția comitetelor naționale asupra cerințelor de securitate ale echipamentului electric, care au fost examinate pînă acum în mai mică măsură în cadrul C E I. Vechiul președinte al ISO a propus și președintele C E I a acceptat ca, anul viitor, ultima conferință în memoria lui Charles le Maistre să fie ținută de actualul președinte C E I.

Activitatea Consiliului C E I

Consiliul s-a întrunit la 30 iunie 1961 și a confirmat toate hotărîrile luate de Comitetul de acțiune în martie-aprilie 1960 la Geneva și în noiembrie 1960 la New-Delhi. Apoi a admis Venezuela și Grecia ca țări membre în C E I și a concretizat principiile colaborării cu ISO. A examinat propunerea Comitetului electrotehnic romîn de a se mări numărul membrilor Comitetului de acțiune de la nouă la doisprezece și a hotărît ca această problemă, împreună cu alte probleme de schimbare a statutelor C E I, să fie dată în studiu unui grup de lucru ad-hoc. Propunerea românească fusese bazată pe faptul că numărul țărilor membre ale C E I, cum și domeniile de activitate a C E I au crescut considerabil de cînd s-a statornicit prin statute ca nouă țări să facă parte din Comitetul de acțiune. S-a hotărît ca, spre a putea acoperi cheltuielile mărite condiționate de sporirea considerabilă a activității C E I, cotizațiile actuale ale țărilor membre să fie mărite cu 40% pentru viitorii doi ani. S-a mai hotărît ca anul viitor, la București, să se examineze dacă actuala repartiție a cotizațiilor pe țări e echitabilă, ținînd seama de venitul național și de gradul de dezvoltare a industriei electrotehnice a țărilor membre. S-au dat indicații în sensul ca aceste cotizații să fie limitate deasupra unui nivel minim și să fie plafonate în sus. Nu s-a admis propunerea de a mări sarcinile comitetelor naționale, spre a nu impieta asupra uniformității lucrărilor.

La întreruperea ședinței, președintele a invitat pe conducătorii delegațiilor romînă, australiană și japoneză să rostească cîteva cuvinte în fața Consiliului, în care să expună punctele de vedere mai generale ale comitetelor naționale privitoare la activitatea C E I și la reuniunea generală de la Interlaken. Caracterizînd felul în care activitatea C E I se reflectă în cercurile tehnice românești, președintele Comitetului național romîn a arătat, printre altele, că activitatea C E I este apreciată în aceste cercuri atît prin aportul pe care experiența codificată în recomandările C E I îl aduce în opera de dezvoltare rapidă a industriei noastre electrotehnice, cît și prin faptul că ea contribuie la lărgirea colaborării internaționale, sarcină de importanță capitală

a epocii noastre. După redeschiderea şedinţei s-a ales profesorul van Zoeten (Olanda) ca nou preşedinte al C E I, pe intervalul 1961—1964, şi s-a reales vechiul trezorier. Prin vot secret, s-au ales apoi din nouă ţări considerate, trei noi ţări membre în Comitetul de acţiune, în locul Indiei, Norvegiei şi Olandei, ale căror mandate au expirat. Au fost alese, în ordinea descrescătoare a numărului de voturi obţinute: Anglia, R. P. Romînă şi Japonia. Preşedinţii comitetelor naţionale ale acestor trei ţări au devenit vicepreşedinţi ai C E I pe perioada 1961 — 1970. S-au prezentat şi examinat la sfîrşit rapoartele prezentate de comitetele tehnice care s-au întrunit în anul 1961 la Stockholm, Helsinki şi Interlaken, privind recomandările ce au luat formă definitivă şi urmează să fie publicate, sau cu privire la documentele ce urmează să fie difuzate după regula celor şase luni.

Din activitatea comitetelor tehnice C E I

Potrivit cu evoluţia preocupărilor C E I, numărul de comitete şi subcomitete întrunite la Interlaken pentru probleme de electrotehnică şi comunicaţii a fost pentru prima oară în istoria C E I egal cu numărul celor pentru probleme de energie.

În domeniul simbolizării, Comitetul tehnic 3, pentru simboluri grafice în toate domeniile electrotehnice, a studiat observaţiile şi propunerile comitetelor naţionale pentru simbolizarea grafică în următoarele domenii: uzine generatoare, substaţii şi posturi de transformare; elemente de tuburi, valve şi redresoare; contactoare şi întreruptoare; instrumente de măsură şi ceasornice electrice; exemple de rezistenţe; relee electromecanice; comenzi mecanice; semiconductoare şi dispozitive cu semiconductoare; scheme arhitecturale. În domeniul automatizării, comitetul a examinat oportunitatea studiului simbolurilor grafice, domeniul tehnic de luat în considerare: semnale, aparate şi dispozitive, legătura cu alte organizaţii internaţionale, cum şi viitoarea organizare a muncii. În domeniul tuburilor pentru hiperfrecvenţe, a discutat metoda de studiere a simbolurilor, legătura cu celelalte comitete C E I şi organizarea unui comitet de experţi în domeniu. Comitetul a constatat pe baza experienţei de pînă acum că divergenţele dintre comitetele naţionale în privinţa simbolurilor grafice preferate provin în principal din lipsa unor criterii generale pe care ar trebui să le satisfacă aceste simboluri şi a iniţiat munca de umplere a acestui gol pe baza unui sistem de criterii propus de un comitet naţional. S-a constatat că, în condiţiile actuale, cînd numeroase simbolizări grafice s-au introdus printr-un uz uniform, trebuie ca orice nou sistem de simboluri grafice să nu intre în coliziune cu sistemele existente, să permită trecerea uşoară de la unul la altul, să aibă un domeniu de aplicaţie bine determinat şi să fie susceptibil de extensiune, adică să permită reprezentarea coerentă a oricărui dispozitiv trecut, prezent şi viitor, simplu sau complex, ceea ce poate implica folosirea unui grup de simboluri elementare, asociabile între ele după reguli simple. Trebuie ca simbolurile oricărui sistem nou să fie simple, adică să reclame un număr minim de trăsături, respectiv de simboluri elementare, pentru interpretarea lui, să fie clare, — printr-o dispoziţie a simbolurilor elementare care să evite erorile de interpretare datorite unei atenţii slăbite sau defectelor inerente unor dispozitive de reproducere industrială, — şi să fie estetice, adică să producă o senzaţie vizuală agreabilă. În sfîrşit, se cere ca noile simboluri să prezinte facilităţi grafice, din punctul de vedere al posibilităţii de desenare a lor cu mîna liberă şi cu ustensilele de desen uzuale, evocînd totodată caracteristici esenţiale în cazul simbolizării de maşini, aparate şi dispozitive.

În domeniul energiei au dezvoltat o activitate deosebită Comitetele 4, 8, 9, 10, 14, 20, 22, 25, 28, 30, 37 şi 44.

Comitetul tehnic 4, turbine hidraulice, cum şi un grup de lucru al acestuia au examinat propunerile pentru unităţile de măsură a mărimilor care intervin în Codul internaţional pentru încercarea turbinelor, cum şi definiţiile principalelor noţiuni care intervin în Codul internaţional pentru sistemele de comandă a vitezei turbinelor hidraulice, stabilirea metodelor şi a condiţiilor de încercare şi măsură.

Comitetul tehnic 8, privind tensiuni, curenţi şi frecvenţe normale, a revizuit publicaţia C E I 38, privind tensiunile normale ale reţelelor electrice, cum şi proiectul de recomandare C E I pentru frecvenţe normale. În privinţa tensiunilor normale s-a ajuns la două propuneri, privind în special relaţia dintre tensiunea nominală şi tensiunea cea mai ridicată care poate surveni în condiţii normale în reţea. (Propunerea ca tensiunea cea mai ridicată să fie definită ca „admisibilă" nu a fost acceptată.) Acestea vor fi difuzate comitetelor naţionale spre a fi supuse discuţiei la reuniunea generală din anul 1962; ele tind să dea valorilor nominale o semnificaţie fizică ce vrea să depăşească situaţia de simplă mărime de referinţă. În privinţa frecvenţelor normale se stabileşte ca Secretariatul comitetului să pregătească, pe baza propunerilor făcute, un nou proiect de recomandare care să fie difuzat pentru ca ţările să-şi fixeze punctul de vedere după regula celor două luni.

Subcomitetul permanent al Comitetului tehnic 10, privind uleiurile izolante, a discutat încercările de îmbătrînire şi prescripţiile de observat în expertize, greutatea depunerilor şi problemele indicelui de neutralizare al acestor uleiuri.

Comitetul tehnic 14, transformatoare de putere, şi Subcomitetul 14 A, pentru comutatoarele prizelor de reglare în sarcină, au revizuit publicaţia C E I 76, privitoare la transformatoarele de putere (mărimi nominale, prize de reglare, cuplajele transformatoarelor trifazate, mersul în paralel, sisteme de răcire, pierderi şi randamente, limite de încălzire, niveluri de izolaţie, comportarea la scurtcircuite, încercări, toleranţe şi plăci de inscripţii), cum şi noul proiect de recomandări privitoare la comutatoarele prizelor de reglare în sarcină, cum şi încercările lor.

Comitetul tehnic 20, cabluri electrice, a revizuit publicaţia C E I 55, privitoare la cablurile cu izolaţie de hîrtie, cum şi proiectul de recomandare referitor la cablurile de joasă tensiune, cu izolaţie de cauciuc, aducînd precizări şi modificări în special cu privire la încercările de rezistenţă electrică, factor de putere şi mecanice.

Comitetul tehnic 22, convertizoare statice de putere, şi Subcomitetul 22 A, convertizoare cu vapori de mercur, au examinat observaţiile comitetelor naţionale privitoare la recomandările referitoare la convertizoarele asociate acţionărilor electrice reversibile, cu motoare de curent continuu.

Comitetul de experţi al Comitetului tehnic 25, simboluri literale şi semne, a discutat alegerea simbolurilor literale şi a semnelor, problemele tensiunii electrice, ale tensiunii (forţei) electromotoare şi diferenţei de potenţial electric, cum şi eliminarea termenului voltaj, care mai persistă în unele limbi, deşi e derivat dintr-o anumită unitate de măsură. S-au discutat şi problemele folosirii conceptului de „curent magnetic", de „fazor" şi „relaţia dintre watt şi volt-amper". Hotărîrile au fost luate în toate cazurile cel mult cu o majoritate la limită. Comitetul de experţi a mai discutat simbolizări literale de mărimi, operatori şi constante universale.

Comitetul tehnic 28, coordonarea izolaţiei, a folosit ca bază de lucru rezumatul discuţiilor purtate în cadrul Conferinţei internaţionale a marilor reţele electrice (CIGRE) privitoare la tensiunile de ţinere a materialelor în gama tensiunilor sub 100 kV; el a abordat problemele ghidului de aplicare, ale tensiunii celei mai înalte a unei reţele, ale materialului de izolare în aer şi ale eclatoarelor folosite la altitudini mari şi a stabilit problemele esenţiale în care va cere material ştiinţific de la CIGRE: încercări la impulsie pe ploaie, ţinerea în condiţii de impuritate atmosferică, asprimea frontului unor unde mobile, deprecierea în timp a nivelului de ţinere şi supratensiunile din manevrare.

Comitetul tehnic 30, tensiuni foarte înalte, a discutat problemele introducerii tensiunii nominale de 330 sau 345 kV şi a treptelor în tensiunile alternative extraînalte. A hotărît că treptele de tensiune C E I deasupra a 245 kV sînt 300, 362, 420 şi 525 kV, fără a standardiza vreo tensiune cuprinsă între 525 şi 700 kV şi a recomandat ca nici o ţară să nu adopte tensiuni depăşind 525—500 kV înainte ca acest comitet să fi luat o hotărîre, ceea ce se va produce probabil în iunie 1962. Nu s-au luat hotărîri cu privire la tensiunile continue, deoarece CIGRE încă nu a elaborat materialul necesar.

Comitetul tehnic 37, paratrăznete, a discutat recomandările privitoare la paratrăznetele de tipul cu expulsie, ghidul de aplicaţie pentru echipamentul care se găseşte în situaţii expuse şi pentru paratrăznetele cu rezistoare neliniare, cum şi cîteva mărimi noi, caracterizînd nivelul lor de protecţie.

Comitetul tehnic 44, echipamentul electric al maşinilor-unelte, a examinat recomandările pentru acest echipament prin care tinde să promoveze securitatea personalului, continuitatea producţiei, durabilitatea şi întreţinerea uşoară şi ieftină, hotărînd să difuzeze documentul după regula celor şase luni.

Comitetul tehnic 34, lămpi şi echipamente asociate, cu Subcomitetele 34 A—3D, privind lămpi, socluri şi dulii şi aparate auxiliare pentru lămpile cu descărcări, a examinat ameliorarea publicaţiilor C E I 64 şi 81, cum şi colaborarea cu PRESCO şi propunerile pentru starterele lămpilor cu fluorescenţă.

În domeniile comunicaţiilor şi electronicii au desfăşurat o activitate deosebită Comitetele 12, 39, 40, 46.

Comitetul tehnic 39, tuburi electronice, a examinat rezultatul votului pentru adaptarea a şapte documente elaborate în trecut şi s-a ocupat de definiţia capacităţilor la cald şi rece, de metoda de măsură, de izolaţia dintre electrozi, transconductanţă, simbolizare, numerotarea electrozilor, de tuburi cu raze catodice, magnetroane, tuburi cu gaze, impedanţe de interfaţă, rezistenţa echivalentă de zgomot şi metode de măsură, cum şi de clistroane.

Comitetul tehnic 40, condensatoare şi rezistoare, a examinat observaţiile comitetelor naţionale şi a luat hotărîri privind condensatoarele cu dielectric ceramic, de hîrtie, din poliesteri, cu dielectric metalizat, rezistoarele pentru echipament electronic şi probleme ale pieselor componente.

Comitetul tehnic 41, relee de protecţie, a studiat în principal documentul 6 (41) al Secretariatului, privind recomandările referitoare la aceste relee.

Comitetul tehnic 46, cabluri, fire şi ghiduri de undă pentru echipamente de telecomunicaţii, împreună cu subcomitetele 46 A-46 D, a examinat recomandări pentru cabluri de înaltă frecvenţă şi pentru telecomunicaţii, pentru fire de bobinaj şi pentru ghiduri de unde.

Comitetul tehnic 47, dispozitive cu semiconductoare, împreună cu patru grupuri de

lucru, a stabilit că scopul său principal e să pregătească recomandări internaționale privind dispozitivele cu semiconductoare, care includ, dar nu sînt limitate de acestea, transistoare, diode rectificatoare de putere, diode tunel, diode parametrice, aparate cu efect Hall, microstructuri, etc., însă nu includ echipamentele care folosesc astfel de dispozitive. Grupurile sale de lucru se vor ocupa de nomenclatură, definiții și simboluri literale (grupul 1), caracteristici esențiale (grupul 2), metode de măsură (grupul 3) și standardizarea mecanică (grupul 4). A studiat propunerile comitetelor naționale privind diodele de referință pentru tensiuni și rezultoare de tensiune și a dezbătut definițiile principalelor mărimi și caracteristici ale dispozitivelor cu semiconductoare.

Comitetul 12, radiocomunicații, a lucrat prin subcomitetul său 12 C, echipament de radiotransmisiune, care a reelaborat recomandarea C E I referitoare la problemele de securitate pentru acest echipament.

În domeniul măsurilor electrice au lucrat Comitetele tehnice 13, instrumente de măsură, și 38, transformatoare de măsură.

Subcomitetul 13 A, instrumente de măsură integratoare, a discutat publicarea unei ediții actualizate a recomandării C E I pentru wattmetre de curent alternativ și difuzarea după regula celor șase luni a propunerii de recomandare pentru contoarele electrice. A examinat prima redactare a proiectului de recomandări pentru wattormetre de precizie pentru curent alternativ în clasa 1, distincte de cele pentru clasa 2, și a propus difuzarea documentului după regula celor șase luni și a rugat secretariatul subcomitetului să întocmească un proiect de recomandări pentru contoare în clasa de precizie 0,5, pentru scopuri statistice.

Subcomitetul 13 B, instrumente indicatoare, a pregătit propunerea de recomandare pentru instrumente electrice înregistratoare, spre a fi difuzată comitetelor naționale pentru votare după regula celor șase luni.

Subcomitetul 13 C, instrumente de măsură electronice, pe baza propunerilor unuia dintre comitetele naționale, a discutat schița de recomandări pentru voltmetrele electronice, urmînd ca problema voltmetrelor electronice de tipul numeric (digital) să fie remisă unui grup de lucru. A discutat apoi propunerile de recomandări ale grupului de lucru pentru generatoarele de semnal, urmînd ca problemele terminologiei să fie examinate mai tîrziu.

În ședința de lucru a Comitetului 13 s-a hotărît ca problemele de securitate ale domeniului să fie examinate în fiecare dintre Subcomitetele 13 A, 13 B și 13 C, în parte.

Comitetul tehnic 38, transformatoare de măsură, după examinarea observațiilor comitetelor naționale, a luat hotărîri în următoarele probleme: recomandări pentru transformatoarele de măsură, propuneri de recomadări pentru transformatoarele de curent pentru protecție, recomandări pentru transformatoarele de tensiune și transformatoarele capacitive de tensiune.

O stație de încercări directe în rețeaua de înaltă tensiune

Gheorghe Hortopan și Ion Marinescu* — București

Una dintre problemele esențiale ale industriei electrotehnice este îmbunătățirea calității echipamentului electric. În scopul verificării performanțelor acestuia, s-a construit și utilat o stație de încercări directe în rețea la Brașov. Primele încercări au demonstrat utilitatea acestei stații, obținîndu-se rezultate care au condus la elaborarea unor măsuri în vederea îmbunătățirii stabilității termice și dinamice a transformatoarelor de 1 000 kVA 6/0,4 kV.

CZ 621.3.064.3

Îmbunătățirea continuă a calității produselor electrotehnice și lărgirea continuă a sortimentelor acestor produse stau în atenția lucrătorilor din uzine și institute de cercetări, în scopul aducerii la îndeplinire a sarcinilor trasate de Congresul al III-lea al P.M.R. În această direcție un rol important îl joacă stațiile de încercări, cu ajutorul cărora se verifică parametrii produsului realizat. O mare grijă trebuie acordată verificării echipamentului electric de înaltă tensiune, destinat a fi montat în instalațiile electroenergetice. Pentru acest echipament trebuie să se determine stabilitatea termică și stabilitatea dinamică, iar pentru întreruptoare trebuie să se cunoască și capacitatea de conectare și deconectare. În revista noastră au fost dezbătute unele probleme [1] în legătură cu încercarea la putere de rupere a întreruptoarelor. De asemenea, în ultimul timp a apărut o lucrare extrem de valoroasă a cercetătorilor sovietici Nașatîr și Kaplan [2], în legătură cu încercarea sintetică a întreruptoarelor de înaltă tensiune.

Deoarece în țară nu s-a dispus pînă acum de o stație de încercări echipată cu un generator de scurtcircuit, Institutul de cercetări electrotehnice, în colaborare cu uzina „Electroputere"

* Conf. ing. *Gh. Hortopan* este director tehnic la ICET și ing. *I. Marinescu* este cercetător la același institut.

și cu Direcția energiei electrice din M.M.E.E., a realizat și pus în funcțiune o stație pentru încercarea în rețea a echipamentului de înaltă tensiune. Deși parametrii acestei stații sînt modești, totuși eficacitatea economică — prin multiplele posibilități de încercare ce le oferă — este apreciabilă.

În cele ce urmează se descrie stația de încercări realizată, se dau explicații privind primele încercări realizate și se expune programul de încercări pentru viitor.

1. Posibilități de încercare

După cum se arată în figura 1, încercarea în rețea se efectuează într-o stație de transformare de 110/35/6 kV, echipată cu trei transformatoare de 20 MVA. În faza inițială s-a acceptat ca încercările să fie făcute numai pe partea de 6 kV, în scopul menținerii curenților de scurtcircuit la valori mai reduse. Din această cauză, încercarea echipamentului este limitată momentan la tensiunea de 6 kV. În tabela 1 sînt indicate posibilitățile de încercare în stație.

alese pentru încercarea transformatoarelor de forță de 100—1 000 kVA, care, prin însăși impedanța lor, limitează puterile de scurtcircuit sub 20 MVA, adică sub puterea nominală a unui transformator de alimentare din stația de încercări. Valori de ordinul 0,02 s—0,1 s au fost alese pentru încercarea aparatelor de comutație, în scopul limitării efectelor termice asupra transformatoarelor de alimentare din stație și a evitării declanșării releelor de protecție din sistemul energetic.

Asigurarea unei tensiuni de alimentare a aparatajului de comandă pe durata încercărilor. În cazul efectuării scurtcircuitelor necesare încercărilor tensiunea pe barele de 6 kV este practic nulă, iar aparatajul de comandă care necesită tensiune alternativă nu mai funcționează. Din această cauză a fost necesar să se creeze o sursă separată de curent alternativ.

Realizarea programului expus în tabela 1 și respectarea factorilor menționați, cu privire la limitarea duratei încercării și asigurarea tensiunii de alimentare a aparatajului de comandă, se realizează cu schema din figura 1, care este

Tabela 1

Posibilitățile de încercare ale stației

Nr.	Echipamentul care se încearcă	Denumirea încercării	Scopul încercării	Parametrii scontați
1	Transformator 100 — 1 000 kVA, 6 kV	Încercarea la scurtcircuit net pe joasă tensiune (400 V)	Determinarea stabilității termice și dinamice	Curenți de ordinul 15—25 I_n
2	Transformator de curent 6 kV	Încercarea la curenți de scurtcircuit	Determinarea stabilității termice și dinamice	Curenți pînă la circa 40 kA, vîrf
3	Bobine pentru telefonia de frecvență	Încercarea la curenți de scurtcircuit	Determinarea stabilității termice și dinamice	Curenți pînă la 25 kA, vîrf
4	Siguranțe fuzibile de 6 kV	Încercarea la curenți de scurtcircuit	Determinarea capacității de rupere	Puteri de circa 300 MVA
5	Întreruptoare de 6 kV	Încercarea la scurtcircuit și la curenți capacitivi și inductivi	Determinarea capacității de conectare și deconectare și a valorilor critice	Puteri pînă la circa 300 MVA
6	Separatoare de sarcină de 6 kV	Încercarea la deconectarea curentului nominal, inductiv și capacitiv	Determinarea valorilor nominale	Puteri de ordinul 5—10 MVA

2. Echipamentul stației

La proiectarea și echiparea stației de încercări s-au avut în vedere următorii factori:

Limitarea duratei curentului de scurtcircuit între 1 și 50 perioade electrice (0,02 s—1 s), în scopul solicitării la minimum a instalațiilor energetice. Valori de ordinul 0,5 s—1 s au fost

desenată pentru cazul particular al încercării transformatoarelor de 100—1 000 kVA.

Alimentarea circuitului de încercare se face de la transformatorul $T1$ de 20 MVA, 110/35/6kV care funcționează pe bare de 6 kV separate. Limitarea curentului de scurtcircuit în trei trepte se realizează cu reactanța RB6 kV, 1 000 A, $\Delta U = 5\%$ și 10%. Cabina de încercare

este alimentată prin cinci cabluri trifazate de aluminiu 3 × 70 mm². Drept contactor sincron s-a folosit un întreruptor IUP-10, cu armare inversată. Pentru măsurarea curentului s-au folosit șunturi, iar pentru măsurarea tensiunii s-au folosit transformatoare, precum și 1 divizor de tensiune rezistiv capacitiv.

Comanda, semnalizarea și măsura se realizează cu ajutorul unui echipament complex format din :

— pupitru de comandă și semnalizare, pe a cărui schemă oarbă se semnalizează pozițiile aparatelor de conectare pe circuitul de încercare. De asemenea, de la acest pupitru se poate comanda de la distanță închiderea sau deschiderea contactorului sincron, precum și închiderea sau deschiderea întreruptorului de încercat ;

— comutatorul program, care servește la închiderea sau deschiderea contactorului sincron, deschiderea întreruptorului de protecție MGG-10, pornirea și oprirea oscilografelor ; o descriere detaliată a comutatorului program folosit în această schemă a fost dată în revista noastră [3] ;

— oscilograful cu bucle (Osc. 1) și oscilograful catodic cu explorare mecanică (Osc. 2) servesc

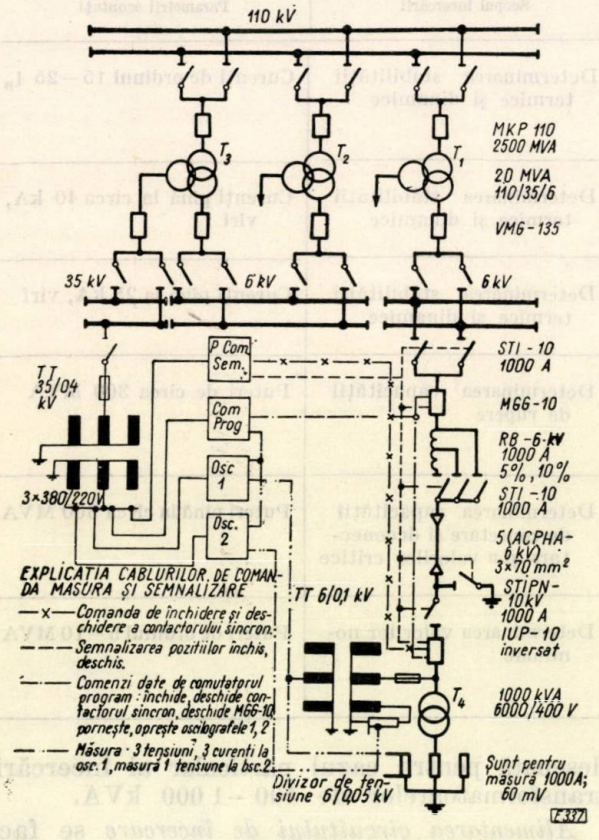


Fig. 1. Schema de principiu a instalației de încercare.

la înregistrarea tensiunilor și curenților, respectiv la înregistrarea tensiunii oscilante de restabilire.

În figura 1 se poate observa că energia necesară circuitelor de comandă, măsură și semnalizare provine de la înfășurarea de 35 kV a transformatorului T_3 prin intermediul a trei transformatoare monofazate de 35/0,4 kV. În acest mod se asigură, de la o altă sursă decît transformatorul $T1$, alimentarea circuitelor menționate. În figura 2 se arată amplasarea aparatelor de comandă, control și semnalizare în camera de comandă.

3. Încercări efectuate

Încercările în stație au început în primăvara anului 1961, cu un transformator de 1 000 kVA, 6/0,4 kV, bobinat cu aluminiu, în scopul determinării stabilității termice și dinamice a acestuia.

În normele CAER și RSC sînt prevăzute condițiile de încercare a transformatoarelor cu bobinaj în cupru și aluminiu, pentru puteri mai mari de 30 kVA. Normele sînt aplicabile pentru încercarea de tip a transformatoarelor de serie. În cele ce urmează se dau cîteva din cerințele esențiale ale acestor norme.

Transformatorul se încearcă aplicîndu-se pe una din părți tensiunea prescrisă, cealaltă parte fiind scurtcircuitată. Tensiunea care se aplică depinde, ca mărime, de caracteristicile transformatorului (tensiune nominală, tensiune de scurtcircuit, putere) și de configurația sistemului în care lucrează transformatorul (dacă lucrează în permanență înseriat cu reactanțe și este exclus un scurtcircuit între transformatoare și reactanță, tensiunea de încercare este mai mică). În cazul de față normele indică :

— Aplicarea tensiunii nominale, care trebuie menținută în timpul încercării cu o precizie de ±5%.

— Numărul de încercări egal cu 5.

— Durata scurtcircuitului 0,5 s—1 s (conform normelor CAER).

— Durata primului scurtcircuit pentru transformatoare cu izolație cls A depinde de materialul întrebuințat pentru bobinaj (cupru, aluminiu) și de existența în serie cu transformatorul a siguranțelor limitatoare de curent. Întrucît pentru aluminiu nu a fost încă stabilită durata primului scurtcircuit în încercările efectuate asupra transformatorului de 1 000 kVA, durata a fost de 0,648 s, atît pentru primul cît și pentru al doilea scurtcircuit.

— Temperatura de încercare trebuie să fie temperatura din regimul nominal de lucru sau, la înțelegere cu clientul, temperatura ambiantă. Transformatorul de 1 000 kVA a fost încercat la 20°C.

— Poziția comutatorului de reglaj, conform normelor, a fost la prima încercare astfel aleasă încît să fie introduse toate spirele ; la a doua încercare, comutatorul a fost în poziția corespunzătoare celui mai mare efort axial la scurtcircuit.

Condițiile specifice în stație la prima încercare au constat în aplicarea unei tensiuni de 6,6 kV, transformatorul fiind înseriat pe partea de înaltă tensiune cu o reactanță de 6 kV, 1 000 A și $\Delta U = 10\%$. La a doua încercare tensiunea aplicată a fost 6,6 kV, transformatorul fiind înseriat cu jumătate din reactanța de la prima încercare.

Oscilogramele obținute la prima încercare n-au indicat o defectare a transformatorului.

S-a procedat atunci la efectuarea următoarelor probe : determinarea raportului de transformare, mersul în gol, mersul în scurtcircuit, rigiditatea dielectrică. Întrucît la aceste probe s-au obținut rezultate apropiate de cele obținute înainte de prima probă la scurtcircuit (în limitele clasei de precizie a aparatelor) s-a considerat că transformatorul a ținut la prima probă, fără a se mai decuva. Observîndu-se transformatorul în timpul încercării s-a auzit un zgomot puternic însă nu s-a observat o deformare remanentă sau temporară și nici urme de arc pe izolatoare.

Transformatorul a fost supus apoi celei de-a doua încercări în condițiile de mai sus. Oscilo-

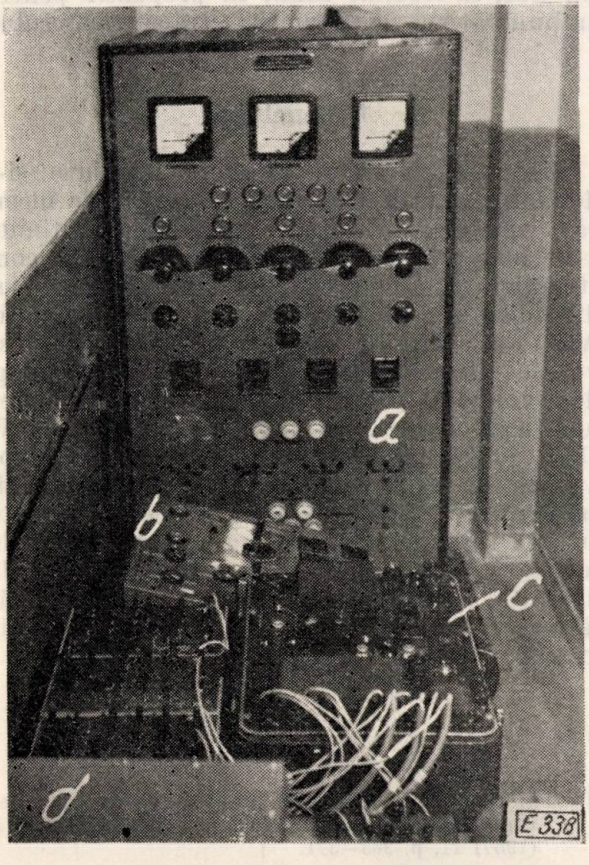


Fig. 2. Echipamentul de comandă, măsură, semnalizare : *a* — comutatorul program ; *b* — pupitrul de comandă ; *c* — oscilograful cu bucle ; *d* — oscilograful catodic cu explorare mecanică.

gramele obținute la cea de-a doua încercare (fig. 3) au indicat apariția unei defecțiuni în transformator, după aproximativ o perioadă și jumătate de la apariția curentului de scurtcircuit. Releele stației au indicat o punere la pămînt pe înaltă tensiune, lucru ce a fost constatat, după probă, prin măsurarea rezistenței de izolație între înfășurarea de înaltă tensiune și

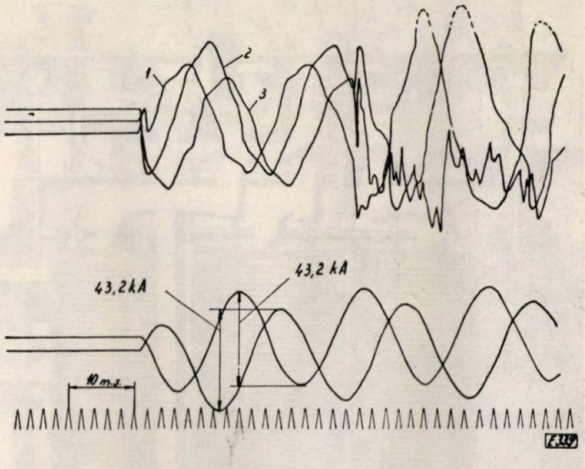


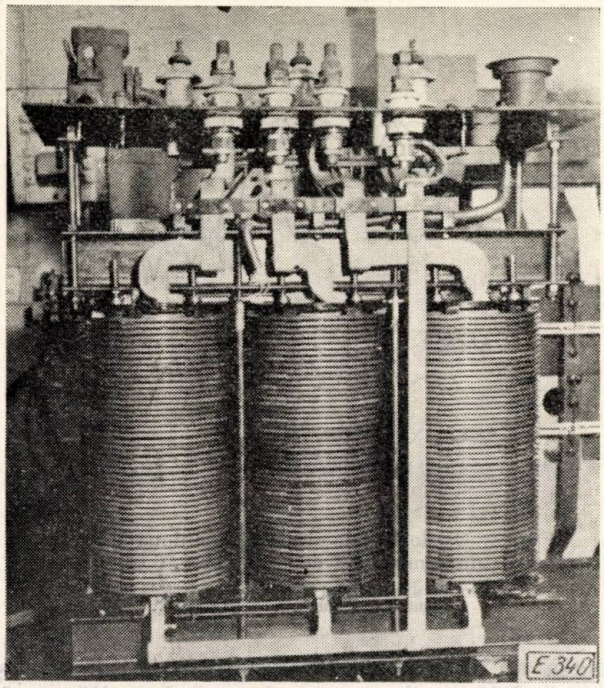
Fig. 3. Oscilogramele obținute la a doua încercare a transformatorului de 1 000 kVA, 6/0,4 kV : *1, 2, 3* — tensiuni simple ; *4* — efortul electrodinamic pe tirant ; *5,6* — curenții de scurtcircuit.

masă și între înfășurarea de joasă tensiune și masă. Din oscilogramă reiese că datorită, pe de o parte, punerii la pămînt prin arc și, pe de altă parte, datorită deplasării bobinei, ca urmare a eforturilor electrodinamice, potențialul punctului neutru al înfășurării de înaltă tensiune oscilează, oscilînd astfel și valorile tensiunii pe fază pe partea de înaltă tensiune între Uf și $\sqrt{3}Uf$ (în oscilograma din fig. 3 reprezentate prin 1, 2, 3). Eforturile electrodinamice, măsurate cu mărci tensometrice pe tiranți, apar pe oscilogramă notate cu 4. Curenții de scurtcircuit sînt reprezentați pe oscilogramă prin 5 și 6. Valorile efective ale curenților pe partea de joasă tensiune și ale tensiunilor simple pe partea de înaltă tensiune, rezultate din oscilogramă, sînt : $I = 15{,}3$ kA și $Uf = 3\,470$ V la început și $Uf = 6\,000$ V după apariția punerii la pămînt ; fără a se mai face alte probe, transformatorul a fost decuvat. În urma decuvării s-a constatat că faza din marginea dreaptă, privit dinspre joasă tensiune, s-a deteriorat, celelalte două faze nesuferind nici o avarie. Examinîndu-se la exterior transformatorul (fără demontarea bobinajului de înaltă tensiune și deci fără a putea vedea cum arată bobinajul de joasă tensiune) s-au constatat următoarele :

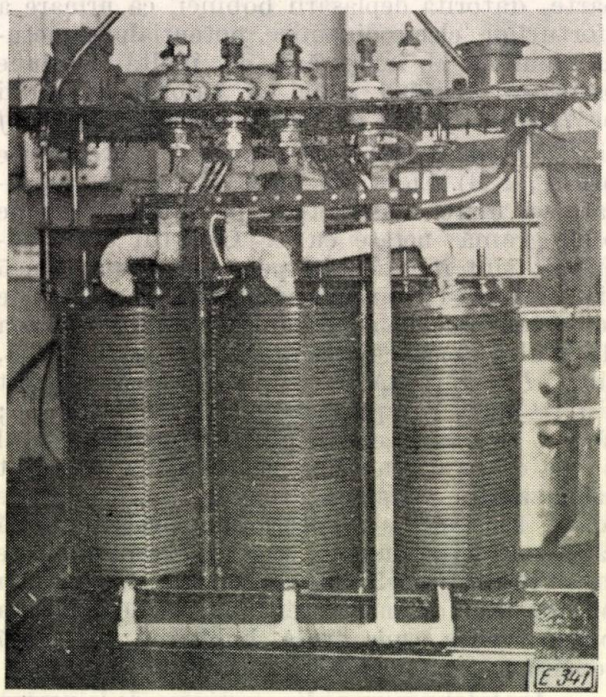
— Inelul de presare, din pertinax, de la partea superioară a bobinei, s-a spart în mai multe bucăți.

— Primii galeți superiori ai bobinajului de înaltă tensiune s-au deformat, dezizolat și au făcut contact cu șurubul de presare, provocînd punerea la pămînt, așa cum rezultă din figura 5.

— Ieșirea pe partea de joasă tensiune a fazei defectate s-a deplasat înspre capul transformatorului, indicînd o deteriorare și a acestei înfășurări, așa cum se arată în figura 4 b.



a)



b)

Fig. 4. Vedere de ansamblu a transformatorului de 1 000 kVA, 6/0,4 kV:
a — înainte de probe; *b* — după a doua probă.

Probele efectuate au pus în evidență partea cea mai slabă a transformatorului. În urma observării vizuale s-au tras unele concluzii care

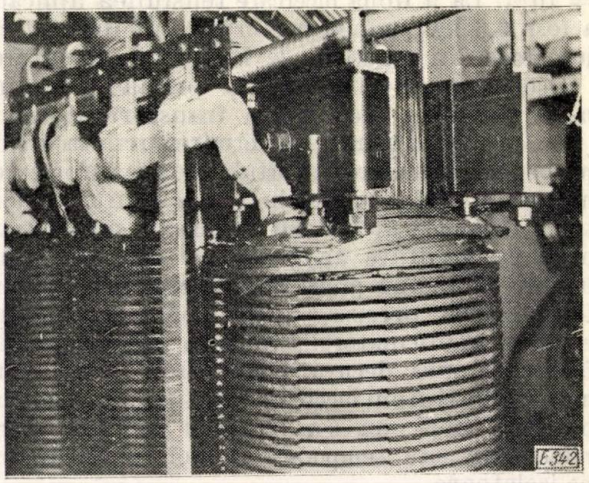


Fig. 5. Detaliu la defectul apărut.

au dus, ca rezultat final, la propuneri pentru îmbunătățirea construcției transformatorului.

4. Concluzii

Stația de încercări pusă în funcțiune și-a demonstrat utilitatea încă de la primele încercări efectuate. Pe baza rezultatelor obținute s-au luat măsuri în scopul îmbunătățirii construcției și asigurării stabilității termice și dinamice a transformatoarelor de distribuție. Așa cum s-a arătat în tabela 1, urmează să se verifice în continuare construcția seriei întregi de transformatoare de distribuție cu tensiunea nominală pe partea de înaltă tensiune de 6 kV. De asemenea se va trece și la încercarea unor aparate de înaltă tensiune. Deși instalația realizată nu suplinește o stație de încercări echipată cu generatoare de scurtcircuit, totuși, pînă la realizarea acesteia, se vor efectua o serie de încercări prin care să se contribuie la îmbunătățirea calității echipamentului electric folosit în țară.

Bibliografie

[1] *Hortopan, G.*: Încercarea la puterea de rupere a întreruptoarelor de înaltă tensiune. Electrotehnica 5 (1957) 11, p. 365—371.

[2] *Каплан В.В.*: Нашатырь В.М.: Колебательный контур А.А. Горева. Г.З.И. Москва-Ленинград 1960.

[3] *Hortopan, G.*: Un comutator program pentru încercarea aparatelor de comutație. Electrotehnica 7 (1959) 4, p. 135—139.

Folosirea calculatorului analogic la rezolvarea circuitelor cu trei şi patru acumulatoare de energie

Ioan Marinescu, Mihai Popov şi Nicolae Tătaru* – Bucureşti

Încercarea siguranţelor de înaltă tensiune la putere de rupere poate fi efectuată cu avantaje economice esenţiale prin metoda sintetică. Circuitul oscilant folosit în acest scop cuprinde, în funcţie de faza de cercetare, trei sau patru acumulatoare de energie. Deoarece metodele uzuale ale analizei matematice conduc la calcule lungi şi complicate, pentru găsirea soluţiei optime a fost utilizat calculatorul analogic. Lucrarea arată soluţiile obţinute la calculatorul analogic în diferite faze ale cercetării.

CZ 621.372.4 : 518.5

1. Industrializarea continuă şi în ritm rapid a ţării noastre este precedată de dezvoltarea şi mai rapidă a sistemelor energetice, fapt care dă naştere unor probleme complexe, atît pentru energeticieni cît şi pentru electrotehnicieni. În afara problemelor de ordin tehnic care rezidă în a cunoaşte fenomenele ce au loc în regim staţionar şi tranzitoriu, se pun tot mai acut probleme economice. Dat fiind numărul mare de consumatori ai energiei electrice, printre alte probleme economice s-a pus şi problema reducerii preţului de cost la puterea instalată. Una dintre probleme, care de altfel cîştigă tot mai mult teren pe plan mondial, constă în simplificarea aparatajului de protecţie pentru transformatoarele de forţă. La rîndul ei, această metodă are cîteva variante, dintre care aceea care interesează în cazul de faţă constă în înlocuirea întreruptoarelor de înaltă tensiune cu separatoare echipate cu siguranţă. Metoda nu este universal aplicabilă, însă, în condiţii bine precizate de putere şi configuraţie a sistemului energetic, are avantaje economice considerabile.

Întrebuinţarea siguranţelor pe scară tot mai largă necesită pe lîngă o cunoaştere temeinică a fenomenelor ce se petrec în siguranţe şi o îmbunătăţire a performanţelor acestora (mărirea puterii de rupere, în special). Îmbunătăţirea caracteristicilor de funcţionare, în special în domeniul curenţilor de scurtcircuit, este de neconceput fără existenţa unui laborator special pentru încercări. În felul acesta s-a pus problema construirii unei staţii de încercare la putere de rupere a siguranţelor de înaltă tensiune; soluţia adoptată în funcţie de posibilităţile materiale actuale şi corespunzătoare ultimelor date din literatura de specialitate [1], [2], [3], şi [6], a fost construirea unei staţii de încercări sintetice.

2. În urma unei analize a schemelor posibile de încercare sintetică a siguranţelor la putere de rupere s-a ajuns la concluzia că schema din figura 1 este cea mai indicată, deoarece oferă posibilitatea utilizării la maximum a bateriei de condensatoare în condiţiile reproducerii fenomenului real.

O analiză succintă a fenomenului ce are loc în siguranţă la deconectarea curenţilor de

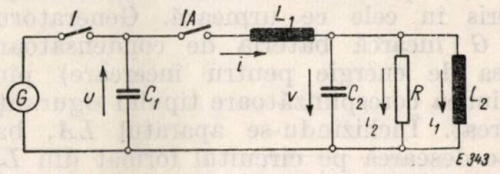


Fig. 1. Circuitul sintetic pentru încercarea siguranţelor de înaltă tensiune la putere de rupere.

scurtcircuit conduce la divizarea acestuia în trei faze (fig. 2). Faza I, corespunzătoare domeniului de la $t = 0$ la $t = t_0$, corespunde apariţiei curentului de scurtcircuit. Datorită acţiunii limitatoare a siguranţei, timpul de trecere a curentului de scurtcircuit se reduce la o fracţiune de sfert de perioadă. În aceste condiţii, un curent de frecvenţă mărită însă de amplitudine diminuată corespunzător poate reproduce faza I a arderii fuzibilului cu suficientă precizie pentru practică. În aceasta constă de fapt esenţa încercării sintetice. Faza a II-a, cuprinsă în domeniul $t = t_0$ la $t = t_{01}$, corespunde creşterii valorii rezistenţei fuzibilului şi a inductanţei, şi ca urmare curentul scade pînă la valoarea zero. Se remarcă de fapt că în prima parte a fazei a II-a curentul scade brusc, inductanţa jucînd un rol important, iar în partea a II-a curentul este determinat

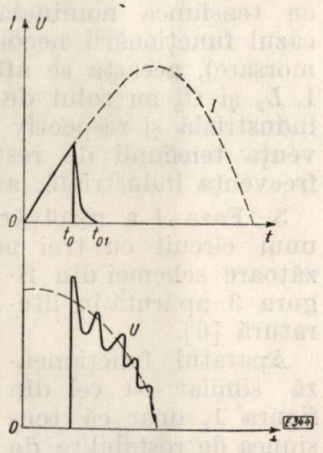


Fig. 2. Curbele tensiunii şi curentului pe o siguranţă limitatoare de curent în cazul întreruperii unui curent de scurtcircuit.

* Ing. *I. Marinescu* este cercetător la ICET; ing. *M. Popov* este şeful Laboratorului de automatizări de la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.; ing. *N. Tătaru* este cercetător la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

aproape exclusiv de valoarea mare a rezistenței siguranței.

Faza a III-a începe în momentul $t = t_0$, continuîndu-se și după $t = t_{01}$, și constă în

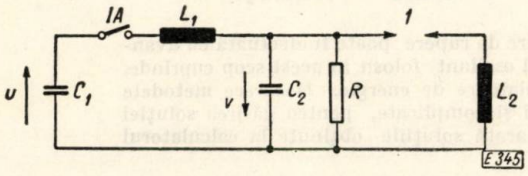


Fig. 3. Circuitul sintetic în cazul comandării voite a tensiunii de restabilire.

apariția tensiunii de restabilire la bornele siguranței.

Modul de funcționare a schemei din figura 1, și deci felul în care sînt reproduse cele trei faze ale procesului arderii fuzibilului, este descris în cele ce urmează. Generatorul de c.c. G încarcă bateria de condensatoare C_1 (sursa de energie pentru încercare) pînă la tensiunea corespunzătoare tipului siguranței de încercat. Închizîndu-se aparatul LA, bateria C_1 se descarcă pe circuitul format din L_1, L_2, C_2 și R (siguranța de încercat). Dată fiind valoarea mică a rezistenței siguranței, în comparație cu reactanța inductivă X_{L2} și reactanța capacitivă X_{C2}, circuitul în primul moment se va închide prin L_1, R, C_1. Acest circuit este astfel calculat încît să reproducă faza I, adică un curent de frecvență mărită, echivalent cu curentul corespunzător puterii de rupere. În fazele a II-a și a III-a siguranța se află într-un circuit care are inductanța sursei și o forță electromotoare de frecvență industrială egală cu tensiunea nominală. În felul acesta, în cazul funcționării necorecte a siguranței (reamorsare), aceasta se află în circuitul din faza I. L_2 și C_2 au rolul de a reproduce frecvența industrială și respectiv supratensiunea și frecvența tensiunii de restabilire care modelează frecvența industrială, ambele reglabile.

3. Faza I a rezolvării a constat în analiza unui circuit cu trei acumulatoare, corespunzătoare schemei din figura 3 apărută în literatură [6].

Aparatul funcționează similar cu cel din figura 1, doar că tensiunea de restabilire de frecvență industrială apare într-unul din cele două cazuri următoare :

a) autoamorsarea eclatorilor *1*, ca urmare a arderii fuzibilului și creșterii diferenței de potențial între sfere ;

b) comanda voită a amorsării într-un moment ales.

Ecuațiile diferențiale ale circuitului din figura 3 sînt :

$$\left.\begin{aligned} i &= C_2 \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} + \frac{v}{R} \\ u - v &= L \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \\ i &= C_1 \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Condițiile inițiale sînt :

$$v(0) = 0 \qquad i(0) = 0 \qquad u(0) = E. \qquad (2)$$

În cursul rezolvării pe cale operațională apare la numitor o ecuație de ordinul 3 în p, a cărei rezolvare este cunoscută ca fiind greoaie. Dacă se ia în considerație și faptul că se cere rezolvarea în cazul variației parametrilor R, L_1, C_2, și dat fiind numărul mare de combinații posibile ale acestora, este scos în evidență volumul enorm de calcule pentru aflarea uneia din funcțiile $v(t)$ sau $i(t)$.

În vederea rezolvării sistemului (1) cu ajutorul calculatorului analogic se introduc noile variabile adimensionale :

$$\bar{u} = \frac{u}{U_0}\,; \quad \bar{v} = \frac{v}{U_0}\,; \quad \bar{i} = \frac{i_1}{\left(\frac{U_0}{R}\right)}\,; \quad \tau = \frac{t}{t_0} \qquad (3)$$

unde U_0 și t_0 sînt valori de referință convenabil alese.

Efectuînd schimbarea de variabilă (3), sistemul devine :

$$\left.\begin{aligned} \frac{\mathrm{d}\bar{v}}{\mathrm{d}\tau} &= -a_2(\bar{v} - \bar{i}) \\ \frac{\mathrm{d}\bar{i}}{\mathrm{d}\tau} &= a_3(\bar{u} - \bar{v}) \\ \frac{\mathrm{d}\bar{u}}{\mathrm{d}\tau} &= a_1\bar{i} \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

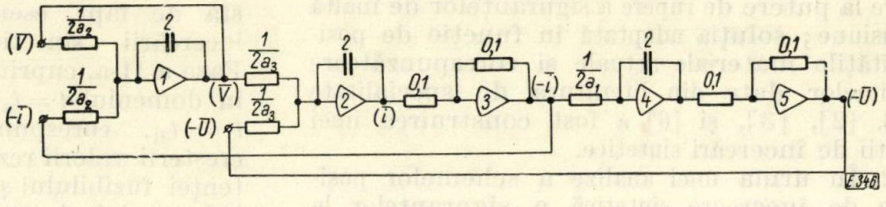


Fig. 4. Schemă de calcul a calculatorului analogic pentru rezolvarea primei probleme.

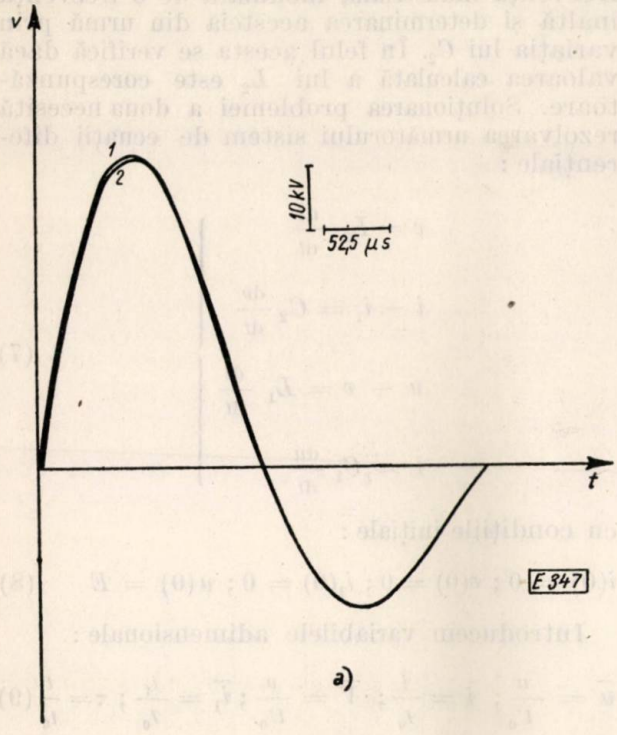
unde :

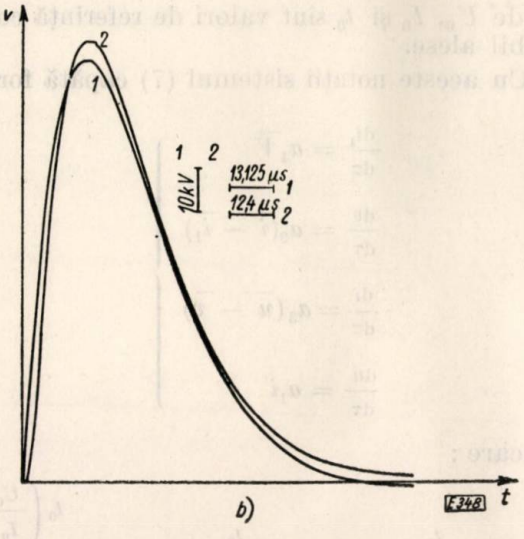
$$a_1 = \frac{t_0}{RC_1}\,; \quad a_2 = \frac{t_0}{RC_2}\,; \quad a_3 = \frac{t_0 R}{L_1} \qquad (5)$$

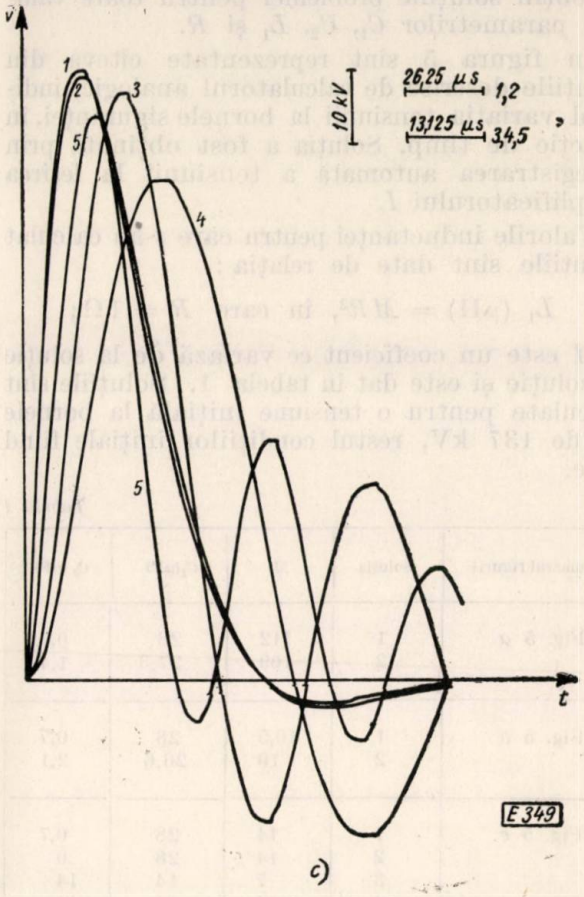
Folosind relaţiile (2) şi (3) se determină condiţiile iniţiale pentru soluţia care interesează :

$$\overline{V}(0) = 0\,;\ \overline{i}(0) = 0\,;\ \overline{u}(0) = \frac{E}{U_0}\,; \qquad (6)$$

sistemul (4) poate fi rezolvat cu ajutorul a cinci amplificatoare operaţionale, folosind schema de calcul din figura 4.







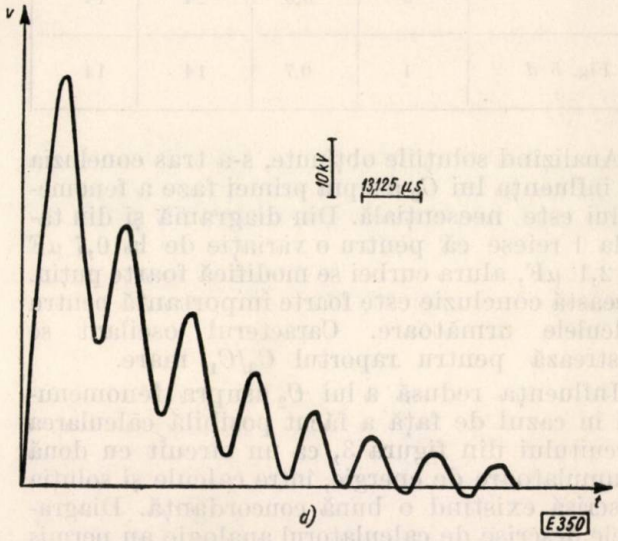


Fig. 5. Soluţii descrise de calculatorul analogic la ieşirea din amplificatorul operaţional *1*, din fig. 4.

În această schemă rezistenţele sînt exprimate în MΩ, iar capacităţile în μF. Tensiunile de la ieşirile amplificatoarelor satisfac (în cazul amplificatoarelor ideale) sistemul de ecuaţii (4). La ieşirile amplificatoarelor se pot conecta instrumente de măsură sau înregistratoare automate, fără a perturba funcţionarea sistemelor. Valoarea tensiunilor obţinute cu ajutorul acestor instrumente reprezintă prin urmare, la scările corespunzătoare, soluţia căutată a sistemului (4). Abaterile funcţionării amplificatoarelor reale de la funcţionarea ideală atrag erori care, împreună cu erorile înregistra-

torului, nu depășesc 1%. Prin modificarea lui a_1, a_2 și a_3, respectiv a rezistențelor de intrare în amplificatoarele operaționale (v. fig. 4) se obțin soluțiile problemei pentru toate valorile parametrilor C_1, C_2, L_1 și R.

În figura 5 sînt reprezentate cîteva din soluțiile descrise de calculatorul analogic, indicînd variația tensiunii la bornele siguranței, în funcție de timp. Soluția a fost obținută prin înregistrarea automată a tensiunii la ieșirea amplificatorului I.

Valorile inductanței pentru care s-au calculat soluțiile sînt date de relația:

$$L_1\ (\mu H) = MR^2, \text{ în care } R = 1\,\Omega;$$

M este un coeficient ce variază de la soluție la soluție și este dat în tabela 1. Soluțiile sînt calculate pentru o tensiune inițială la bornele C_1 de 137 kV, restul condițiilor inițiale fiind nule.

Tabela 1

Numărul figurii	Soluția	M	$C_1(\mu F)$	$C_2\ (\mu F)$
Fig. 5 *a*	1	112	28	0,7
	2	109	27,3	1,4
Fig. 5 *b*	1	10,5	28	0,7
	2	10	26,6	2,1
Fig. 5 *c*	1	14	28	0,7
	2	14	28	0
	3	7	14	14
	4	14	14	14
	5	3,5	14	14
Fig. 5 *d*	1	0,7	14	14

Analizînd soluțiile obținute, s-a tras concluzia că influența lui C_2 asupra primei faze a fenomenului este neesențială. Din diagramă și din tabela 1 reiese că pentru o variație de la 0,7 μF la 2,1 μF, alura curbei se modifică foarte puțin. Această concluzie este foarte importantă pentru calculele următoare. Caracterul oscilant se păstrează pentru raportul C_2/C_1 mare.

Influența redusă a lui C_2 asupra fenomenului în cazul de față a făcut posibilă calcularea circuitului din figura 3, ca un circuit cu două acumulatoare de energie, între calcule și soluția descrisă existînd o bună concordanță. Diagramele descrise de calculatorul analogic au permis de asemenea să se tragă o concluzie în ceea ce privește valoarea lui L_2, aceasta determinîndu-se în primă aproximație dintr-un circuit cu două acumulatoare de energie (C_1 și $L_1 + L_2$), urmînd a fi verificată valoarea.

Faza a II-a a rezolvării a constat în analiza circuitului din figura 1, după momentul arderii fuzibilului. Dispărînd consumatorul de energie din circuit este de așteptat ca oscilațiile să nu fie amortizate. În felul acesta pusă problema apare evident că nu s-au urmărit în această fază valorile numerice ale supratensiunilor, ci s-a urmărit să se vadă dacă, impunîndu-se valorile optime stabilite în prima rezolvare și introducîndu-se al patrulea acumulator de energie (L_2), după arderea fuzibilului apare o tensiune de frecvență industrială, modulată de o frecvență înaltă și determinarea acesteia din urmă prin variația lui C_2. În felul acesta se verifică dacă valoarea calculată a lui L_2 este corespunzătoare. Soluționarea problemei a doua necesită rezolvarea următorului sistem de ecuații diferențiale:

$$\left.\begin{aligned} v &= L_2 \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \\ i - i_1 &= C_2 \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} \\ u - v &= L_1 \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \\ i &= C_1 \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} \end{aligned}\right\} \tag{7}$$

cu condițiile inițiale:

$$i(0) = 0\ ;\ v(0) = 0\ ;\ i_1(0) = 0\ ;\ u(0) = E \tag{8}$$

Introducem variabilele adimensionale:

$$\bar{u} = \frac{u}{U_0}\ ;\ \bar{i} = \frac{i}{I_0}\ ;\ \bar{V} = \frac{v}{U_0}\ ;\ \bar{i}_1 = \frac{i_1}{I_0}\ ;\ \tau = \frac{t}{t_0} \tag{9}$$

unde U_0, I_0 și t_0 sînt valori de referință convenabil alese.

Cu aceste notații sistemul (7) capătă forma:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\mathrm{d}i_1}{\mathrm{d}\tau} &= a_4 \bar{V} \\ \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}\tau} &= a_2(\bar{i} - \bar{i}_1) \\ \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}\tau} &= a_3(\bar{u} - \bar{v}) \\ \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}\tau} &= a_1 i \end{aligned}\right\} \tag{10}$$

în care:

$$a_1 = \frac{t_0}{C_1\left(\frac{U_0}{I_0}\right)}\ ;\ a_2 = \frac{t_0}{C_2\left(\frac{U_0}{I_0}\right)}\ ;\ a_3 = \frac{t_0\left(\frac{U_0}{I_0}\right)}{L_1}\ ;$$

$$a_4 = \frac{t_0\left(\frac{U_0}{I_0}\right)}{L_2}. \tag{11}$$

Sistemul (10) se rezolvă cu ajutorul a şapte amplificatoare operaţionale, conform schemei de calcul din figura 6.

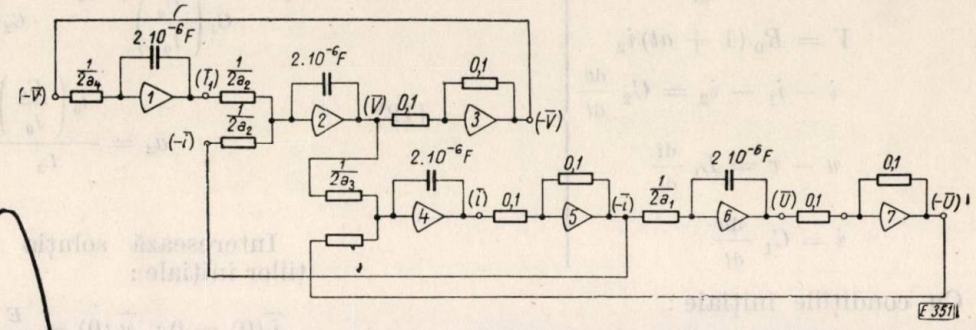


Fig. 6. Schema de calcul a calculatorului analogic pentru rezolvarea celei de-a doua probleme.

Pentru aceste diagrame sînt valabile următoarele relaţii :

$$C_1 = 28\ \mu F \qquad L_2 = 0{,}361\ H - L_1$$

Pentru diagrama 7a $L_1 = 90{,}5$ mH.

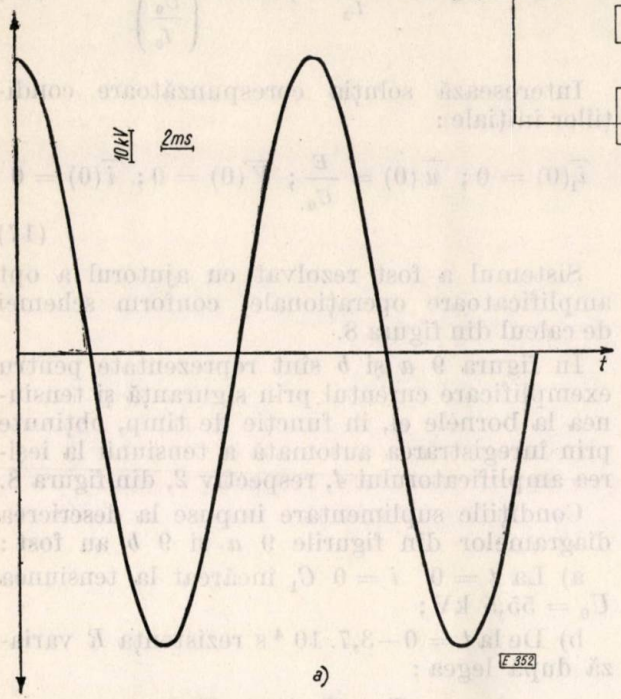
Pentru diagrama 7b $L_1 = 14{,}5$ mH.

Analizînd soluţiile obţinute pentru problema a doua s-au formulat următoarele concluzii :

1. Pentru $C_2 = 0$ se obţine o tensiune cu frecvenţă industrială.

2. Pentru $C_2 \neq 0$ se obţine o oscilaţie de înaltă frecvenţă care modelează frecvenţa de bază (industrială). Prin variaţia lui C_2 se poate obţine frecvenţa tensiunii de restabilire dorită.

3. Faza a III-a a rezolvării a constat în analiza circuitului din figura 1, în condiţii similare cu cele din timpul funcţionării circuitului de încercare. Avîndu-se calculate valorile parametrilor din fazele premergătoare s-au impus condiţii suplimentare. S-a considerat în timpul scurt de la apariţia scurtcircuitului şi pînă la arderea fuzibilului că fenomenul este adiabatic iar valoarea rezistenţei variază cu temperatura. În ceea ce priveşte modul de variaţie a rezistenţei fuzibilului cu temperatura, s-a impus în cazul de faţă o variaţie liniară, ceea ce nu corespunde realităţii, dar care ne redă cu precizie fenomenul la marginile domeniului de variaţie, adică acolo unde ne interesează.



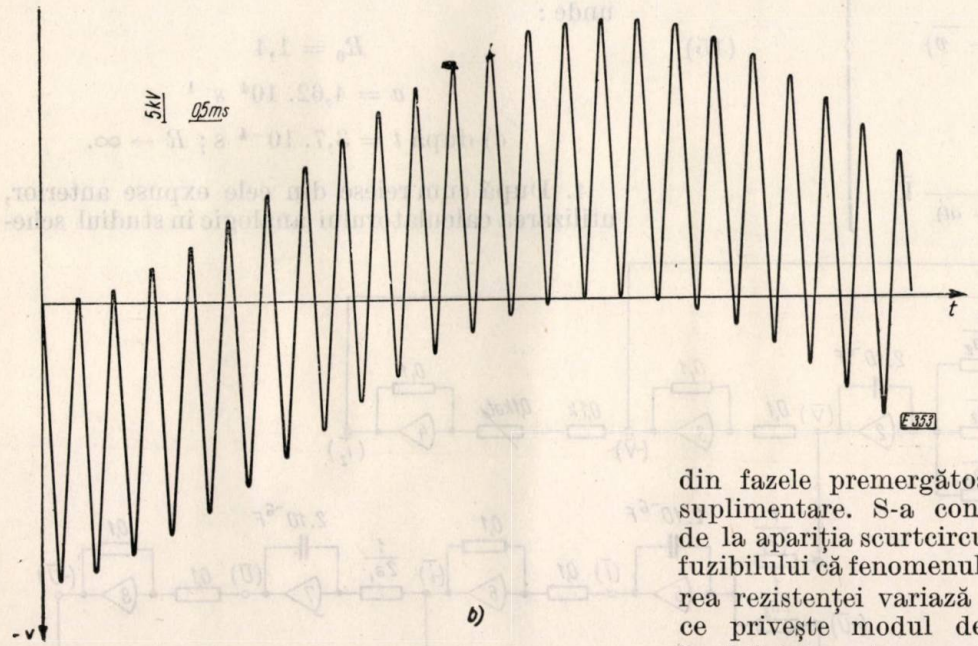


Fig. 7. Soluţii descrise de calculatorul analogic la ieşirea amplificatorului operaţional 2, din fig. 6.

În figura 7 este reprezentată pentru exemplificare tensiunea v, în funcţie de timp, obţinută prin înregistrarea automată a tensiunii la ieşirea amplificatorului.

Soluționarea problemei a treia necesită rezolvarea următorului sistem de ecuații diferențiale :

$$\left.\begin{aligned} v &= L_2 \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \\ V &= R_0 (1 + at) i_2 \\ i - i_1 - i_2 &= C_2 \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} \\ u - v &= L_1 \frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} \\ i &= C_1 \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}t} \end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

Cu condițiile inițiale :

$$i_1(0) = 0 \; ; \; v(0) = 0 \; ; \; i(0) = 0 \; ; \; U(0) = E \qquad (13)$$

În vederea rezolvării sistemului (12) cu ajutorul calculatorului analogic, introducem variabilele adimensionale :

$$\overline{V} = \frac{v}{U_0} \; ; \; \overline{i_1} = \frac{i_1}{I_0} \; ; \; \overline{i_2} = \frac{i_2}{I_0} \; ; \; \overline{i} = \frac{i}{I_0} \; ;$$

$$\overline{u} = \frac{u}{U_0} \; ; \; \tau = \frac{t}{t_0}, \qquad (14)$$

unde U_0, I_0 și t_0 sînt valori de referință convenabil alese.

Efectuînd schimbarea de variabilă (14), sistemul (12) devine :

$$\left.\begin{aligned} \frac{\mathrm{d}\overline{i}}{\mathrm{d}\tau} &= a_4 \overline{V} \\ \frac{\mathrm{d}\overline{v}}{\mathrm{d}\tau} & a_2 (\overline{i} - \overline{i_1} - \overline{i_2}) \\ \frac{\mathrm{d}\overline{i}}{\mathrm{d}\tau} &= a_3 (\overline{u} - \overline{v}) \\ \frac{\mathrm{d}\overline{u}}{\mathrm{d}\tau} &= a_1 \overline{i} \\ i_2 &= \frac{1}{K(1 + at)} \overline{V} \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

în care :

$$a_1 = \frac{t_0}{C_1 \left(\frac{U_0}{I_0} \right)} \; ; \; a_2 = \frac{t_0}{C_2 \left(\frac{U_0}{I_0} \right)} \; ; \; a_3 = \frac{t_0 \left(\frac{U_0}{I_0} \right)}{L_1} \; ;$$

$$a_4 = \frac{t_0 \left(\frac{U_0}{I_0} \right)}{L_2} \; ; \; K = \frac{R}{\left(\frac{U_0}{I_0} \right)} \cdot \qquad (16)$$

Interesează soluția corespunzătoare condițiilor inițiale :

$$\overline{i_1}(0) = 0 \; ; \; \overline{u}(0) = \frac{E}{U_0} \; ; \; \overline{V}(0) = 0 \; ; \; \overline{i}(0) = 0 \qquad (17)$$

Sistemul a fost rezolvat cu ajutorul a opt amplificatoare operaționale, conform schemei de calcul din figura 8.

În figura 9 *a* și *b* sînt reprezentate pentru exemplificare curentul prin siguranță și tensiunea la bornele ei, în funcție de timp, obținute prin înregistrarea automată a tensiunii la ieșirea amplificatorului *4*, respectiv *2*, din figura 8.

Condițiile suplimentare impuse la descrierea diagramelor din figurile 9 *a* și 9 *b* au fost :

a) La $t = 0$ $i = 0$ C_1 încărcat la tensiunea $U_0 = 55{,}5$ kV ;

b) De la $t = 0 - 3{,}7 \cdot 10^{-4}$ s rezistența R variază după legea :

$$R = R_0 (1 + at)$$

unde :

$$R_0 = 1{,}4$$

$$a = 4{,}62 \cdot 10^4 \; s^{-1}$$

c) după $t = 3{,}7 \cdot 10^{-4}$ s ; $R \to \infty$.

4. După cum reiese din cele expuse anterior, utilizarea calculatorului analogic în studiul sche-

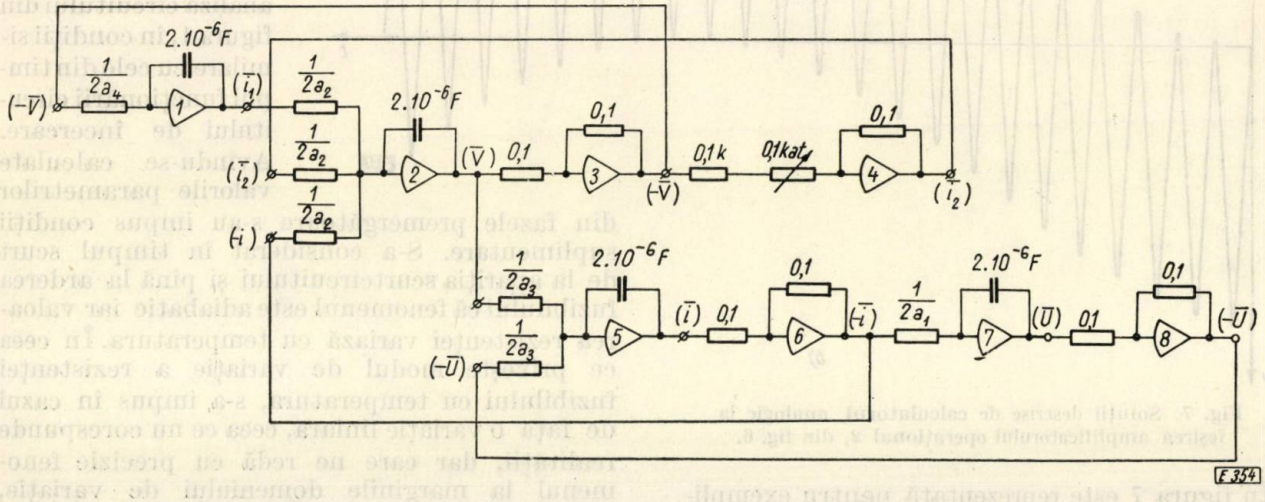


Fig. 8. Schema de calcul a calculatorului analogic pentru rezolvarea problemei a treia.

mei de încercare sintetică la putere de rupere a siguranțelor permite obținerea unui tablou global al influenței variației parametrilor, dînd posibilitatea alegerii raționale a valorilor elementelor schemei.

Numeroase alte probleme ale industriei noastre, atît de natură electrotehnică, cît și de altă natură, pot fi rezolvate avantajos cu ajutorul calculatoarelor analogice, obținîndu-se ridicarea calității proiectelor și reducerea timpului necesar proiectării.

Este recomandabil ca inginerii, care în activitatea lor au de rezolvat probleme complexe de proiectare, să apeleze într-o cît mai mare măsură la calculatoarele electronice existente.

Bibliografie

[1] *Kaplan V. V.* și *Naşatîr V. M.*: Încercarea siguranțelor de înaltă tensiune limitatoare de curent în circuit oscilant. Elektricestvo 77 (1956) 5, 67—73.

[2] *Acodis M. M.*: Principiile construirii schemelor artificiale de încercare a instalațiilor pentru stingerea arcurilor electrice. Elektricestvo *74* (1953) 5, 31—40.

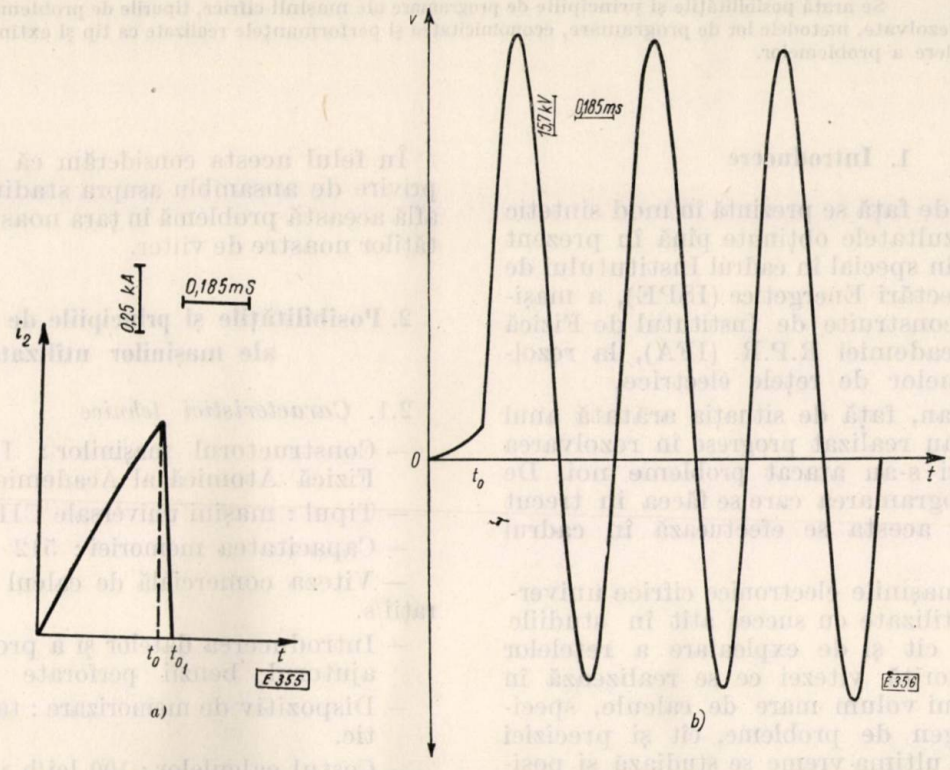


Fig. 9. Soluții descrise de calculatorul analogic la ieșirea amplificatoarelor operaționale *2* (tensiune) și *4* (curent), din fig. 8.

[3] *Kaplan V. V.* și *Naşatîr V. M.*: Despre utilizarea circuitelor oscilante cuplate pentru încercarea aparatelor de înaltă tensiune fără acționare rapidă. Elektricestvo *74* (1953) 5.

[4] *Kontorovici M. I.*: Calculul operațional și fenomene tranzitorii în circuitele electrice. Ed. Energetică de Stat, Buc. 1955.

[5] *Teumin I. I.*: Îndreptar privind regimurile electrice tranzitorii. Editura Tehnică, Buc. 1960.

[6] *Zajic V. I.*: Remarque sur les methodiques des essais en court circuit. Symposium, Praha, sept. 1959.

Folosirea mașinilor electronice cifrice de calcul la rezolvarea problemelor de rețele electrice

L. Groza, M. Bogan și B. Ungureanu *

Se arată posibilitățile și principiile de programare ale mașinii cifrice, tipurile de probleme rezolvate, metodele lor de programare, economicitatea și performanțele realizate ca tip și extindere a problemelor.

CZ 621.316.11 : 518.5

1. Introducere

În lucrarea de față se prezintă în mod sintetic și succint rezultatele obținute pînă în prezent în utilizarea, în special în cadrul Institutului de Studii și Proiectări Energetice (ISPE), a mașinilor cifrice construite de Institutul de Fizică Atomică al Academiei R.P.R. (IFA), la rezolvarea problemelor de rețele electrice.

În ultimul an, față de situația arătată anul trecut [1], s-au realizat progrese în rezolvarea problemelor și s-au atacat probleme noi. De asemenea, programarea care se făcea în trecut la IFA, anul acesta se efectuează în cadrul ISPE.

Se știe că mașinile electronice cifrice universale pot fi utilizate cu succes atît în studiile de structură cît și de exploatare a rețelelor electrice, datorită vitezei ce se realizează în rezolvarea unui volum mare de calcule, specifice acestui gen de probleme, cît și preciziei calculelor. În ultima vreme se studiază și posibilitățile de trecere a problemelor care se rezolvau cu mai puțină precizie pe modelele pe rețea de curent continuu și alternativ, la rezolvarea lor cu ajutorul mașinilor electronice cifrice.

Datorită caracteristicilor mașinilor ce ne stau la dispoziție, partea matematică și fizică a problemelor a trebuit aprofundată la maximum, utilizîndu-se, în unele cazuri, metode originale romînești (analiza grafică Dimo).

În cele ce urmează se vor prezenta următoarele aspecte ale problemei :

— posibilitățile și principiile de programare ale mașinilor utilizate;

— tipurile de probleme rezolvate, inclusiv indicații asupra metodelor de programare specifice utilizate;

— performanțe ce s-au realizat ca extindere și ca tip de probleme;

— considerații asupra timpului necesar, preciziei și costului de rezolvare a problemelor;

— necesități de viitor și încadrarea în tehnica mondială.

În felul acesta considerăm că se poate da o privire de ansamblu asupra stadiului în care se află această problemă în țara noastră și a necesităților noastre de viitor.

2. Posibilitățile și principiile de programare ale mașinilor utilizate

2.1. *Caracteristici tehnice*

— Constructorul mașinilor : Institutul de Fizică Atomică al Academiei R.P.R.

— Tipul : mașini universale CIFA-2, CIFA-3.

— Capacitatea memoriei : 512 adrese.

— Viteza comercială de calcul : 30—60 operații/s.

— Introducerea datelor și a programului : cu ajutorul benzii perforate sau manual.

— Dispozitiv de memorizare : tambur magnetic.

— Costul calculelor : 100 lei/h pentru utilizarea efectivă a mașinilor.

2.2. *Tipurile de probleme matematice ce se pot rezolva*

— tabelări de funcții;

— rezolvarea ecuațiilor transcendente;

— însumarea seriilor;

— rezolvarea sistemelor de ecuații liniare;

— inversare de matrice și calculul valorilor proprii;

— rezolvarea ecuațiilor algebrice;

— integrări numerice, dezvoltări în serie Fourier;

— integrarea ecuațiilor diferențiale de forma $y' = f(x, y)$;

— rezolvarea ecuațiilor diferențiale cu derivate ordinare.

2.3. *Principii de programare*

Considerăm util să dăm cîteva noțiuni despre programare, deoarece pe baza acesteia se efectuează șirul de operații aritmetice și logice necesare rezolvării calculului dorit și se arată posibilitățile mașinilor utilizate.

* *L. Groza* este ing. șef. proiectant la I.S.P.E.; ing. *M. Bogan* este proiectant la I.S.P.E.; ing. *B. Ungureanu* este proiectant la I.S.P.E.

În figura 1 este redată schema de principiu a maşinilor electronice CIFA. Se observă următoarele părţi componente ale maşinii :

— sistemul aritmetic, care efectuează operaţiile aritmetice de detaliu ;

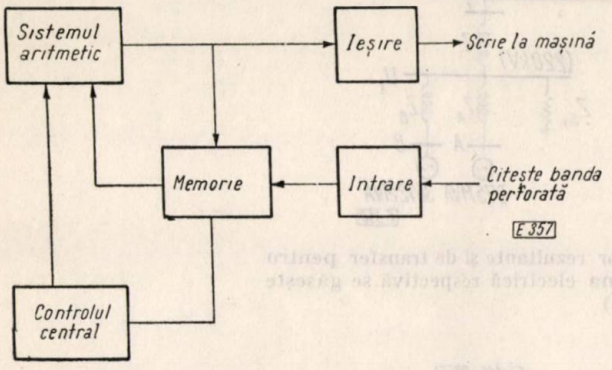


Fig. 1. Schema bloc a maşinilor electronice CIFA-2 şi CIFA-3.

— dispozitivul de memorizare (memoria), în care se introduc datele problemei şi programul de rezolvare ;

— dispozitivul de comandă (controlul central) care comandă funcţionarea automată a maşinii ;

— organele de intrare şi ieşire, pentru introducerea datelor şi furnizarea rezultatelor.

Sistemele de numeraţie folosite sînt : sistemul zecimal, binar şi octal. Într-o adresă din memorie se pot păstra 30 cifre binare plus o cifră semn, 10 cifre octale plus o cifră semn, sau 9 cifre zecimale plus o cifră semn.

Ordinul de mărime a numerelor care se introduc în maşină este *unitatea*, astfel încît la alcătuirea programului trebuie ţinut seama ca această condiţie să fie îndeplinită şi de cifrele care reprezintă rezultatele intermediare ale calculelor.

Maşina foloseşte comenzile cu o *singură adresă şi două instrucţiuni*, iar codul conţine 16 comenzi de efectuare a operaţiilor aritmetice şi logice.

Pentru întocmirea unui program sînt necesare :

a) Alegerea metodei numerice de rezolvare a problemei (detalierea calculului analitic). Aici se ţine seama pe cît posibil de avantajele pe care le pot oferi metodele iterative.

b) Compunerea unor scheme logice ale programului.

Pentru utilizarea la maximum a capacităţii de memorie relativ mici a maşinilor CIFA-2 şi CIFA-3, se folosesc pe scară largă programele cu ciclări şi rutine. În acele probleme care ar necesita o capacitate mai mare a memoriei decît cea de care se dispune, calculul se poate împărţi pe etape, rezultatul unei etape fiind introdus ca date de intrare în etapa următoare, aşa cum se va arăta mai departe, de exemplu în calculele de stabilitate, circulaţii de puteri etc.

c) Întocmirea programului propriu-zis.

3. Tipurile de probleme de reţele rezolvate, inclusiv indicaţii asupra metodelor de programare folosite

În cele ce urmează se arată modul de rezolvare a diverselor tipuri de probleme, sub aspect tehnic şi economic.

Se vor prezenta atît problemele care au capătat o *rezolvare clară şi sînt utilizate pe scară largă*, cît şi problemele care au fost de-abia începute, însă *care au perspective de dezvoltare*.

În prima categorie intră :

— *Analiza regimurilor dinamice* ale sistemelor energetice.

Metoda numerică se bazează pe analiza grafică Dimo, care are avantajul că prin întocmirea diagramelor ce rezultă din calcule ajută la interpretarea rezultatelor. De asemenea, prin extinderi recente, de la analiza unui singur nod, al reţelei la analiza simultană a mai multor noduri [2], se contribuie la obţinerea unei precizii în plus în calcule şi a unor interpretări mai aprofundate.

Dintre regimurile dinamice, s-au rezolvat la maşina cifrică :

— *stabilitatea dinamică* (unu şi două noduri) ;

— *timpul de lansare* (unu şi două noduri).

Ca etapă intermediară în calcule, în cazul analizei simultane a mai multor noduri, se calculează *impedanţele rezultante şi de transfer*. S-au calculat asemenea impedanţe pentru scheme cu patru noduri şi sînt în curs de rezolvare pentru mai multe noduri. Aceste valori sînt utile şi în calcule de reglaj.

În a doua categorie intră :

— *Calculul circulaţiilor de puteri* şi al pierderilor în reţelele buclate.

— *Tabelarea funcţiilor de transfer.*

— *Reducerea schemelor electrice.*

— *Rezolvarea sistemelor de ecuaţii liniare.*

— *Calculul liniilor lungi.*

În cele ce urmează se vor prezenta în măsura necesităţilor următoarele aspecte pentru tipurile de probleme arătate :

— enunţul problemei şi schema electrică iniţială ;

— consideraţii asupra metodei numerice ;

— schema logică de programare ;

— rezultate obţinute, statistica problemelor, solicitarea memoriei ;

— economicitatea calculelor.

3.1. *Calculul impedanţelor rezultante şi de transfer*

Acest calcul, care se efectuează cu mărimi complexe, este extrem de laborios şi obositor pentru calculator.

La maşina electronică s-a rezolvat calculul impedanţelor rezultante şi de transfer pentru

rețele buclate cu patru noduri și pentru rețele radiale de orice formă.

În figura 2 se arată o schemă cu două noduri pentru calculul stabilității dinamice a unei

— Calculul pentru schema arătată a ocupat 400 de adrese.

Manual un asemenea calcul se efectuează în circa 16 ore iar la mașină în 12 minute.

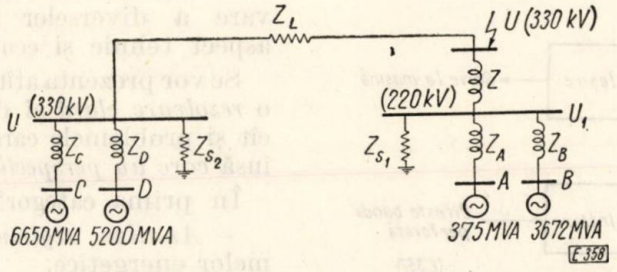


Fig. 2. Schema de calcul al impedanțelor rezultante și de transfer pentru analiza simultană a două noduri. (Schema electrică respectivă se găsește în fig. 6.)

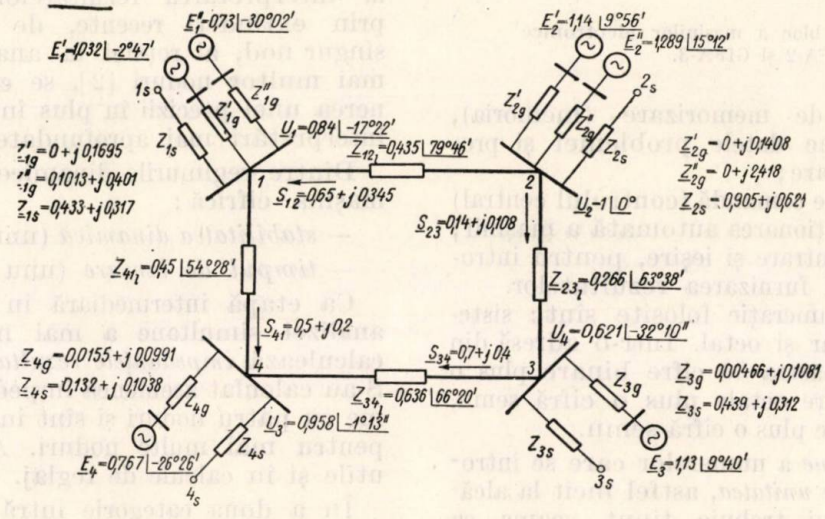


Fig. 3. Schema de calcul a impedanțelor rezultante și de transfer pentru analiza simultană a patru noduri
(toate mărimile sînt date în unități relative la $S_b = 100$ MVA și $U_b = 1/5$ kV).

liniii de interconexiune, după un caz calculat grafic și prezentat recent [2].

La baza întocmirii programului stă relația:

— pentru impedanța rezultantă a nodului 1:

$$\underline{Z}_{1_{re}z} = \frac{\left(\dfrac{\underline{Z}_C\underline{Z}_D\underline{Z}_{s2}}{\underline{Z}_C\underline{Z}_D + \underline{Z}_{s2}\underline{Z}_C + \underline{Z}_{s2}\underline{Z}_D} + \underline{Z}_e\right)\left(\dfrac{\underline{Z}_A\cdot\underline{Z}_B\cdot\underline{Z}_{s1}}{\underline{Z}_A\cdot\underline{Z}_B + \underline{Z}_A\cdot\underline{Z}_{s1} + \underline{Z}_B\cdot\underline{Z}_{s1}}\right)}{\dfrac{\underline{Z}_C\cdot\underline{Z}_D\cdot\underline{Z}_{s2}}{\underline{Z}_C\cdot\underline{Z}_D + \underline{Z}_{s2}\cdot\underline{Z}_C + \underline{Z}_{s2}\cdot\underline{Z}_D} + \underline{Z}_e + \dfrac{\underline{Z}_A\cdot\underline{Z}_B\cdot\underline{Z}_{s1}}{\underline{Z}_A\cdot\underline{Z}_B + \underline{Z}_A\cdot\underline{Z}_{s1} + \underline{Z}_B\cdot\underline{Z}_{s1}}};$$

— pentru impedanța de transfer a generatorului C față de nodul *1*:

$$\underline{Z}_{1c} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_c}.$$

Pentru restul impedanțelor se aplică relații asemănătoare.

— Schema logică în acest caz nu este interesantă, deoarece se urmărește direct calculul analitic arătat.

Menționăm că acest calcul cuprinde cele trei regimuri specifice.

— regimul normal;

— regimul cu scurtcircuit;

— regimul cu deconectarea scurtcircuitului.

Reducerea costului: de 12 ori.

În figura 3 se arată o schemă cu patru noduri *.

Relația matematică utilizată la întocmirea programului este:

— Pentru admitanța de transfer a generatorului E_2 față de nodul *1*:

$$\underline{Y}_{12'} = \underline{Y}_{12^\circ} = \frac{\underline{Y}_{20}}{\underline{Y}_{20} + \underline{Y}_{2s}}.$$

*Elaborată pe baza unui calcul analitic întocmit de ing. M. Gheorghiu

— Pentru admitanţa rezultantă a nodului 1 :

$$\underline{Y}_{1t} = \underline{Y}_{1g} + \underline{Y}_{12^\circ} + \underline{Y}_{13^\circ} + \underline{Y}_{14^\circ} + \underline{Y}_{1s},$$

în care :

$$\underline{Y}_{12^\circ} = \frac{\underline{Y}_{12e}\,(\underline{Y}_{2g} + \underline{Y}_{2s})}{\underline{Y}_{12e} + \underline{Y}_{2g} + \underline{Y}_{2s} + \underline{Y}_{23e}} + \frac{\underline{Y}_{13}\left(\dfrac{\underline{Y}_{23e} + \underline{Y}_{2g} + \underline{Y}_{2s}}{\underline{Y}_{12e} + \underline{Y}_{2g} + \underline{Y}_{2s} + \underline{Y}_{23e}}\right)}{\underline{Y}_{3}};$$

celelalte valori se obţin prin permutări ale indicilor.

Pentru exemplificare : calculul manual al impedanţelor proprii şi de transfer într-o reţea buclată cu patru noduri, patru sarcini şi opt generatoare necesită, din partea unui calculator bun, circa 8 × 8 ore.

Acelaşi calcul este efectuat de calculatorul electronic CIFA în circa 20 minute.

Din punct de vedere al costului, calculul cu maşina electronică costă de circa 20 ori mai puţin decît calculul cu rigla.

3.2. *Analiza regimurilor dinamice ale unui sistem energetic*

Se ştie din literatură că acest gen de calcule se pretează în general mai greu la calculul cu ajutorul maşinilor cifrice, din cauza complexităţii factorilor de care trebuie să se ţină seama în calcule.

Prin utilizarea metodei analizei grafice Dimo, calculele pot fi reproduse, recurgîndu-se în general la simplificări admisibile, ce nu influenţează rezultatele decît în cazuri cu totul speciale (variaţia forţelor electromotoare, influenţa regulatoarelor etc).

În unele cazuri, datorită posibilităţii de combinare a metodei analizei nodale cu maşinile cifrice, s-a reuşit o analiză deosebit de fină a fenomenelor (timpul de lansare).

Exemple de calcul au mai fost publicate în literatura de specialitate [2], [1].

În cele ce urmează se prezintă două cazuri caracteristice.

3.2.1. Analiza separată a unui nod. Programul de calcul este identic, atît pentru calculul timpului de lansare, cît şi pentru calculul stabilităţii dinamice. În cele ce urmează se arată calculul timpului de lansare.

Timpul de lansare. O lucrare recentă [3] a arătat posibilitatea analizei timpului de lansare necesar în studiul reglajului frecvenţă-putere cu ajutorul maşinilor cifrice. Se ştie că această caracteristică dinamică a reţelelor se determină de obicei prin încercări pe viu, printr-o variaţie bruscă de putere provocată, întrucît din calcule pot rezulta erori de la simplu la dublu.

S-a arătat că dacă se cunoaşte regimul şi unele caracteristici (schemă, reactanţe, momente de inerţie etc.) ale sistemului energetic, timpul de lansare se poate determina prin calcul. De asemenea s-au stabilit condiţiile de încercare optime, pentru a obţine minimum de erori în încercările de sondaj considerate, necesare pentru a face anumite echivalări.

Metoda numerică. Se analizează o schemă cu trei generatoare. Se deconectează un generator (vezi. fig. 4).

A fost posibilă determinarea timpului de lansare aparent şi real numai cu ajutorul maşinii electronice, care a făcut posibilă micşorarea intervalului de timp pentru calcul la 0,025 s. De asemenea a fost posibilă determinarea condiţiilor optime de încercare pe viu, rezultînd necesitatea deconectării unei puteri de (150 − j 40) MVA.

În acest scop, trebuie să se dea următoarele date iniţiale :

I_a, I_r sînt curenţii activi şi reactivi ai fiecărui generator pentru reprezentarea grafică ;

I_0 este curentul de scurtcircuit ;

$k = \dfrac{360\, f\, \Delta t^2}{M}$ pentru fiecare generator.

Mai trebuie date : unghiurile δ ale vectorului rezultant U şi scara tensiunii K, pentru situaţiile ce dorim să fie studiate :

— situaţia iniţială ;

— scurcircuitul ;

— deconectarea după un anumit interval de timp a unui generator sau a unor linii ;

— reanclanşarea liniei sau generatorului după un anumit interval de timp *.

Schema logică reprezentată în fig. 5 rezumă şirul operaţiilor pe care maşina le efectuează. Astfel, la început, se calculează şi se scriu toţi parametrii care definesc regimul iniţial (t = 0s). Prin ciclare se realizează calculul parametrilor (U, Δp, f, δ, etc.) pentru fiecare pas al regimului dinamic de analizat.

— Capacitatea de memorie utilizată : 350 adrese.

Rezultatele calculului cu maşina electronică apar sub formă de tabelă, în care capetele de coloană cuprind :

— intervalul de timp ;

— valorile curenţilor generatoarelor la fiecare interval de timp ;

— valorile tensiunii nodului analizat ;

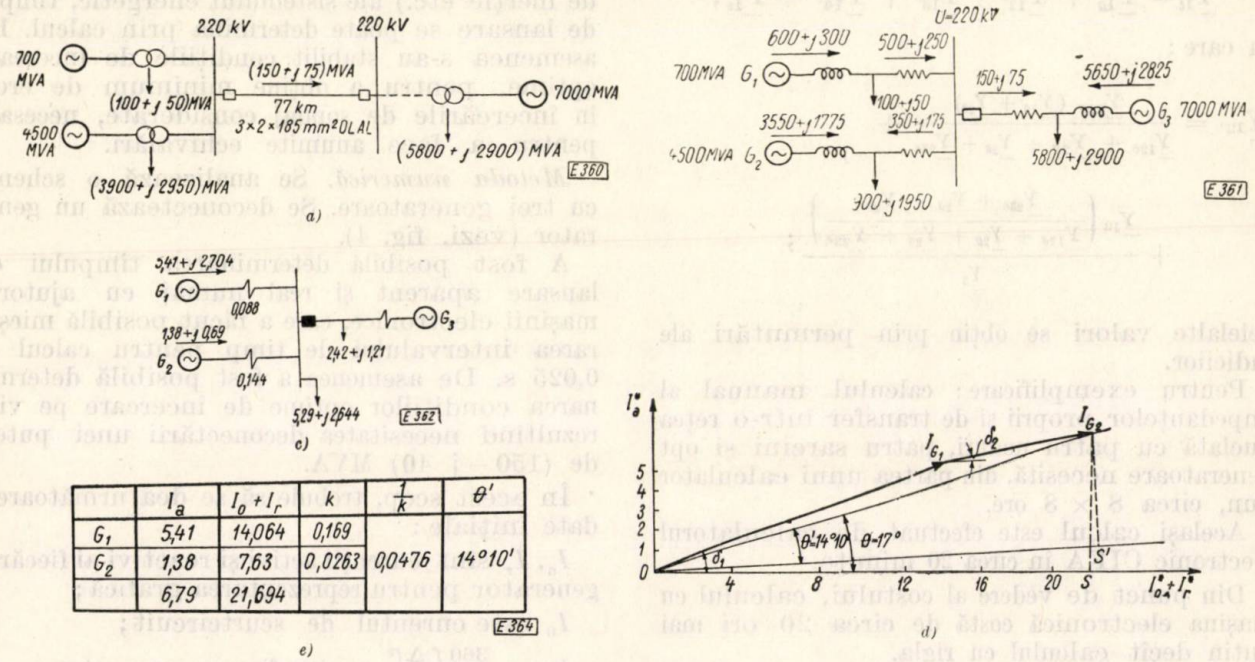
— valorile unghiurilor δ ale generatoarelor faţă de axa de referinţă iniţială ;

— variaţiile puterilor active ;

— variaţia frecvenţei.

Cu aceste date se pot construi curbele de variaţie a valorilor care interesează pentru problema respectivă. Economia de timp ce se realizează este importantă. Astfel, calculul

* Numai în cazul stabilităţii dinamice



	I_a	I_0+I_r	k	$\frac{1}{k}$	θ'
G_1	5,41	14,064	0,169		
G_2	1,38	7,63	0,0263	0,0476	14°10'
	6,79	21,694			

Fig. 4. Calculul timpului de lansare în cazul deconectării unei linii de interconexiune între două sisteme energetice mari.

a — schema electrică de principiu; *b* — schema electrică echivalentă a sistemului energetic pentru determinarea timpului de lansare; *c* — schema echivalentă redusă la un nod al sistemului de mai sus. (în u.r. la $S_b = 100$ MVA); *d* — reprezentarea regimului inițial ($t = 0^s$); *e* — date inițiale pentru calculul timpului de lansare; *f* — rezultatele obținute cu mașina electronică CIFA-3. Variația frecvențelor și a pătratului tensiunii în regimul analizat.

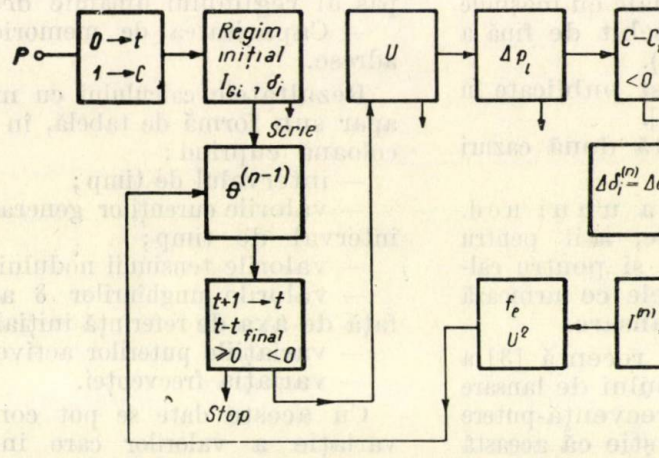


Fig. 5. Schema logică pentru determinarea prin calcul a timpului de lansare (analiza separată a unui nod).

grafic al unui regim dinamic necesită circa 8 ore, față de circa 17 minute realizat de mașina

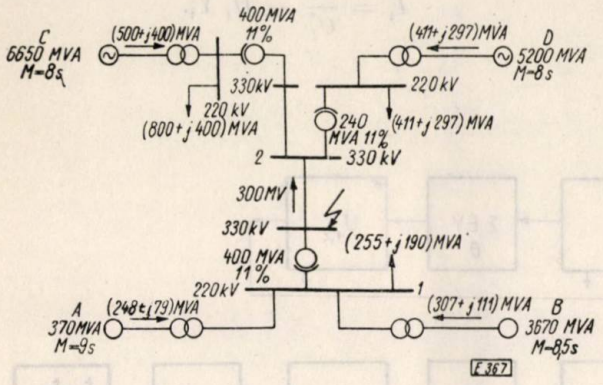


Fig. 6. Schema electrică de principiu a sistemului energetic analizat simultan la nodurile *1* și *2*, cu patru generatoare echivalente.

CIFA. În acest caz costul calculului cu calculatorul electronic este de circa șase ori mai mic.

Menționăm că la mașina CIFA intervalul de timp de analiză a regimului pentru calculul pas cu pas a fost de patru ori mai mic ($\Delta t = 0{,}025$ s), prin urmare se obține și o exactitate mai mare a calculelor.

3.2.2. Analiza simultană a două noduri. Se calculează stabilitatea dinamică pe o linie de interconexiune, caz prezentat în literatură [2].

Schema sistemului energetic este redată în figura 6.

Regimul inițial se poate figura pe un grafic, pentru a vedea importanța fiecărui element.

Schema logică este arătată în figura 8.

Datele inițiale înscrise pe bandă perforată sînt cuprinse în pătratele din partea stîngă.

Primul ciclu se face pentru a scrie regimul inițial, imediat după defect.

Mișcarea generatoarelor începe în ciclul 2.

„Contoarele" marchează sfîrșitul unui ciclu de calcule și pornirea benzii pentru etapa următoare.

— Capacitatea utilizată: 430 adrese.

Calculul regimului dinamic este precedat de calculul impedanțelor rezultante și de transfer expus mai sus.

Datele inițiale necesare pentru analiza simultană a nodurilor rețelei sînt următoarele:

E — f.e.m. ale generatoarelor și unghiurile (δ) ale acestora față de o tensiune U de referință;

Y — admitanțele rezultante și de transfer ale schemei respective de calcul și unghiurile (α) ale acestora;

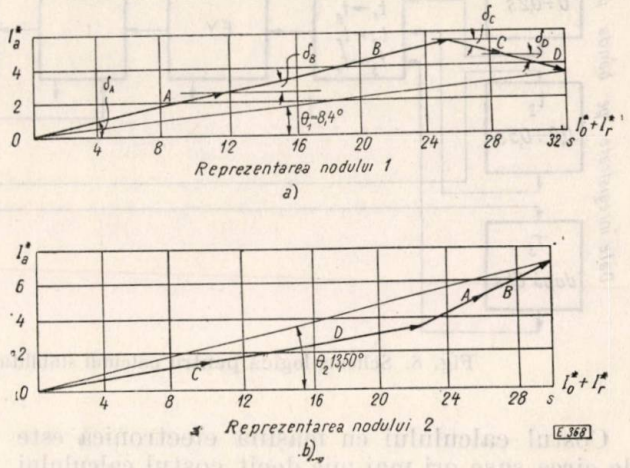
δ — unghiurile tensiunilor nodurilor față de aceeași tensiune U de referință;

P — puterile active ale generatoarelor în regimul inițial;

k — $\dfrac{3{,}00\, f \Delta t^2}{M}$ pentru fiecare generator.

Mărimile calculate, ce apar la mașină sub formă de tabel, permit analiza regimului tranzitoriu din toate punctele de vedere.

Avantajul utilizării mașinii cifrice în acest scop rezultă din următoarea comparație: calculul grafic pentru o schemă cu două noduri și patru generatoare se efectuează în circa



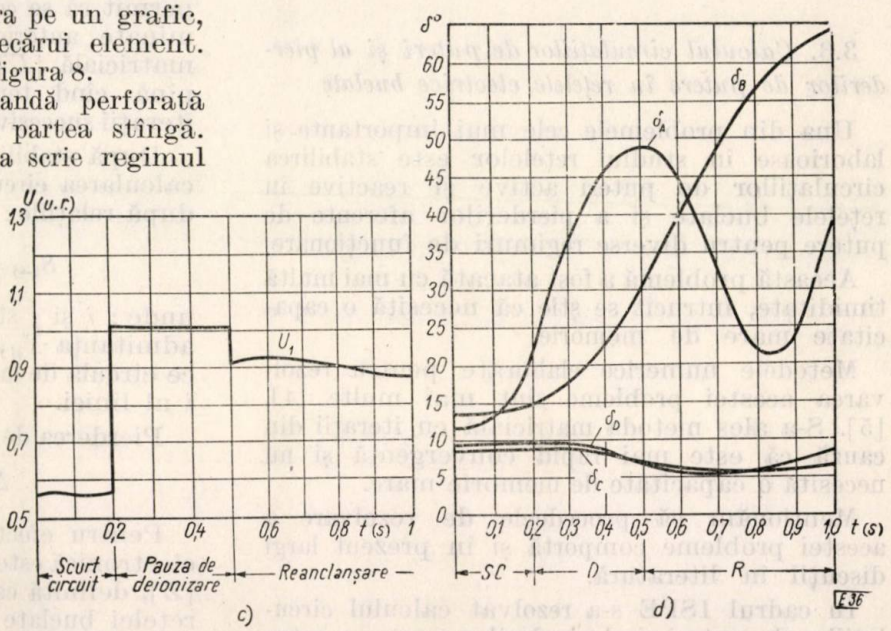


Fig. 7. Reprezentarea grafică a regimului sistemului din fig. 6 și rezultatele obținute cu mașina electronică (legendele *a*, *b*, *c*, *d*).

2 × 8 ore; același calcul s-a efectuat cu calculatorul CIFA în 30 minute, intervalul de timp pentru calculul pas cu pas fiind de două ori mai mic, ceea ce a condus și la obținerea unor rezultate mai exacte.

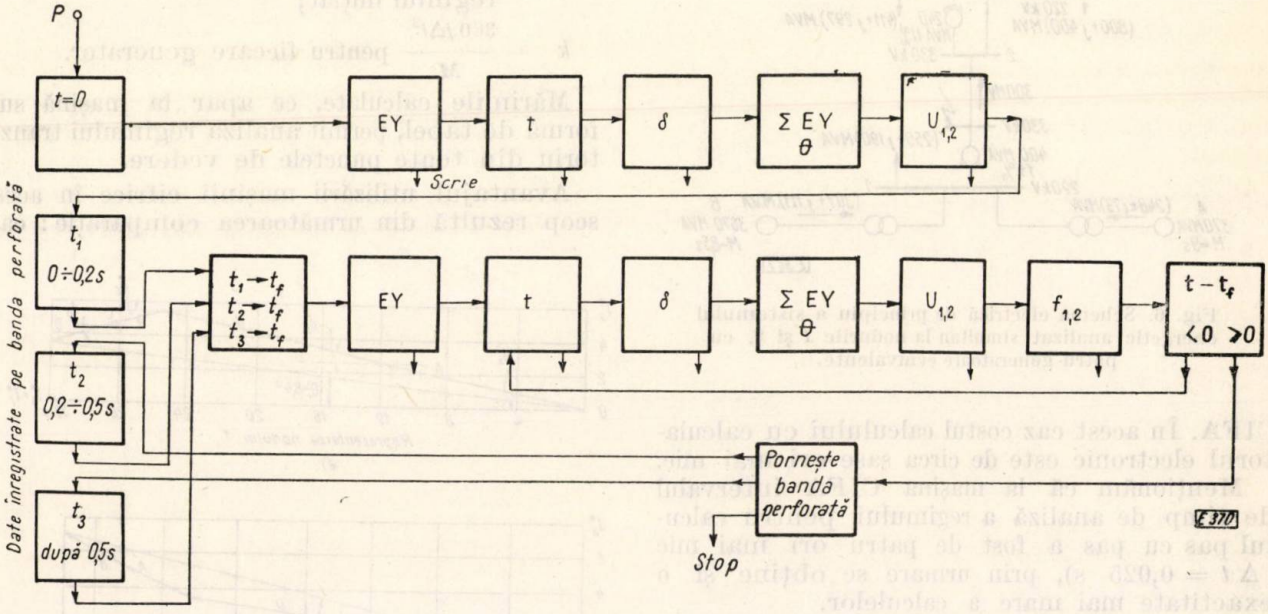


Fig. 8. Schema logică pentru calculul stabilității dinamice (analiza simultană a două noduri).

Costul calculului cu mașina electronică este de circa șase ori mai mic decît costul calculului grafic.

3.3. *Calculul circulațiilor de puteri și al pierderilor de putere în rețelele electrice buclate*

Una din problemele cele mai importante și laborioase în studiul rețelelor este stabilirea circulațiilor de puteri active și reactive în rețelele buclate și a pierderilor aferente de putere pentru diverse regimuri de funcționare.

Această problemă a fost atacată cu mai multă timiditate, întrucît se știe că necesită o capacitate mare de memorie.

Metodele numerice elaborate pentru rezolvarea acestei probleme sînt mai multe [4], [5]. S-a ales metoda matricială cu iterații din cauză că este mai rapid convergentă și nu necesită o capacitate de memorie mare.

Menționăm că procedeele de rezolvare a acestei probleme comportă și în prezent largi discuții în literatură.

În cadrul ISPE s-a rezolvat calculul circulațiilor de puteri și al pierderilor pentru o rețea cu o singură buclă cu 13 noduri folosind metoda matricială cu iterații.

Procedeul de calcul este următorul:

— Se fixează tensiunile în noduri într-o primă aproximație. Atunci, corespunzător fiecărei puteri S_i — pentru un nod oarecare i — rezultă un curent în nod:

$$I_i = \frac{S_i^*}{U_i^*} - U_i Y_i.$$

Apoi se aplică relația matricială $[U] = [Z] \cdot [I]$ care dă, într-o a doua aproximație, tensiunile necunoscute din noduri. Aceste noi valori permit să se corijeze injecțiile de curent determinate anterior. Se aplică din nou ecuația matricială $[U] = [Z] \cdot [I]$ și așa mai departe pînă cînd tensiunile, corespunzînd la două iterații succesive, vor diferi foarte puțin între ele.

După stabilirea tensiunilor se poate trece la calcularea circulațiilor și pierderilor de putere, după relațiile:

$$S_{i \to j} = U_i [(U_i - U_j) \cdot Y_{ij}],^*$$

unde: i și j sînt două noduri ce se leagă prin admitanța Y_{ij}, iar $S_{i \to j}$ este puterea aparentă ce circulă de la nodul i către nodul j, la capătul i al liniei.

Pierderea de putere se calculează cu formula:

$$\Delta S_{ij} = S_{i \to j} + S_{j \to i}.$$

Pentru efectuarea acestui calcul cu mașina electronică este necesar să se determine matricea $[Z]$, definită ca inversa matricei de admitanțe a rețelei buclate respective.

Pentru determinarea matricei inverse $[Y]^{-1}$ s-a folosit o metodă simplă aplicabilă în cazul unei matrice de admitanțe determinată pentru o rețea dată.*

* Această metodă a fost aplicată de ing. G. Meiltz.

Din cauza capacității reduse a memoriei mașinii CIFA, se pot aborda calcule de circulații pentru o rețea buclată cu maximum 15 noduri, programul realizîndu-se în trei etape : *determinarea matricei inverse*; *determinarea tensiunilor nodurilor*; *calculul circulațiilor și pierderilor de putere.*

În ceea ce privește determinarea tensiunilor nodurilor, ceea ce echivalează cu rezolvarea unui sistem de ecuații de gradul II, remarcăm că aproximația inițială asupra necunoscutelor cum și configurația rețelei analizate conduc fie la convergența, fie la divergența soluției :

a) Calculul matricei inverse durează circa 60 minute.

b) Durata unei iterații pentru determinarea tensiunilor la noduri pe mașina CIFA-2 este de circa 15 minute pentru o rețea cu 13 noduri, iar după circa șase iterații se ajunge la un rezultat acceptabil.

c) Pentru determinarea circulațiilor de puteri și a pierderilor sînt necesare circa 40 minute (pentru rețeaua cu 13 noduri).

Memoria mașinii a fost utilizată în felul următor :

— calculul matricei inverse : 450 adrese;
— tensiunile la noduri pentru un ciclu : 450 adrese;
— circulații și pierderi : 300 adrese.

Reducerea costului : de trei ori.

3.4. *Reducerea schemelor electrice*

Calculele de reducere a schemelor electrice sînt foarte laborioase, în cazul cînd se lucrează cu mărimi complexe.

Și în acest caz este avantajoasă utilizarea mașinii electronice de calcul; prin alcătuirea unui program auxiliar general, se poate face o programare destul de simplă.

La mașina CIFA problema este limitată în cazul schemelor bogate, unde se depășește capacitatea memoriei.

3.5. *Calculul regimurilor de funcționare a liniilor lungi*

Deși procedeul de calcul al liniilor lungi este simplu, utilizarea mașinii electronice în acest scop s-a dovedit a fi eficace, întrucît pe baza unui același program se pot calcula oricîte regimuri dorim [1].

Astfel, se pot calcula, ținînd seama de constantele exacte ale liniilor, următoarele genuri de probleme : transportul a diverse puteri active și reactive, efectul compensării cu ajutorul bobinelor de la capătul receptor, tensiunile la plecare și sosire, pierderi prin efect corona etc.

Din punctul de vedere al economicității utilizării mașinii, menționăm că unui tehnician bun, folosind rigla de calcul, îi sînt necesare circa trei ore pentru calculul unui regim, în timp ce la mașină, în timp de o oră s-au efectuat 150 regimuri. Prin urmare, costul acestor calcule cu mașina electronică este de circa 50 ori mai mic decît costul calculului manual.

3.6. *Rezolvarea sistemelor de ecuații liniare*

La mașina electronică se rezolvă în mod curent sisteme de ecuații liniare. Metodele numerice de rezolvare a ecuațiilor liniare se bazează pe cele două moduri clasice de rezolvare : determinat (rezolvarea fiecărui sistem de ecuații în parte) și nedeterminat (rezolvarea matricei inverse).

Soluționarea numerică a sistemelor de ecuații liniare, indiferent de modul de rezolvare ales, se face prin două metode :

— metoda directă;
— metoda iterativă.

În primul caz soluția sistemului se obține cu ajutorul unui număr finit de operații aritmetice, stabilit dinainte, și care determină durata exactă a calculului la mașina electronică.

În al doilea caz, soluția sistemului de ecuații liniare se obține ca limita unui șir de aproximații succesive. Avantajele metodei iterative constau în posibilitatea unei programări simple și în caracterul lor autocorector.

În cadrul ISPE s-au rezolvat sisteme de ecuații liniare la calculul tensiunilor în nodurile unei rețele buclate.

Procedeul numeric se bazează pe rezolvarea nedeterminată, adică se calculează inversiunea matricei coeficienților, folosind metoda iterativă.

Astfel, sistemul de ecuații (1)

$$\begin{aligned} \underline{Y}_{11}\,\underline{u}_1 + \underline{Y}_{12}\,\underline{u}_2 + \ldots + \underline{Y}_{1n}\,\underline{u}_n &= \underline{I}_1 \\ &\vdots \\ \underline{Y}_{n1}\,\underline{u}_1 + \underline{Y}_{n2}\,\underline{u}_2 + \ldots + \underline{Y}_{nn}\,\underline{u}_n &= \underline{I}_n \end{aligned}$$

se poate scrie sub forma ecuației matriciale (2) :

$$[Y] \cdot [u] = [I],$$

în care : $[Y]$ este matricea coeficienților sistemului de ecuații liniare;
$[u]$ — vectorul necunoscutelor (tensiuni față de un nod de referință ales);
$[I]$ — vectorul cunoscutelor (curenții din noduri).

Sub formă explicită, sistemul apare :

$$[u] = [Y]^{-1} \cdot [I],$$

unde $[Y]^{-1}$ este inversa matricei de admitanțe.

4. Necesități de viitor și încadrarea în tehnica mondială

Ținînd seama de perspectivele de dezvoltare a calculului problemelor de rețele pentru studiile necesare problemelor de proiectare și exploatare, ținem să remarcăm următoarele :

— O serie de probleme sînt limitate din cauza capacității de memorie reduse a mașinii și a vitezei scăzute a acesteia. Ca exemplu de probleme de acest fel este studiul circulațiilor în bucle pentru rețele mai extinse (număr mai mare de laturi și noduri, sau studiul analizei simultane a mai multor noduri.

— Se poate începe rezolvarea unor probleme noi, cum ar fi studiile tehnico-economice, repartiția optimă a sarcinilor între centrale etc.

O mașină de tip mediu, prin aceasta înțelegîndu-se o capacitate de memorie de 4 000 adrese și o viteză de calcul de 2 000 operații pe secundă, ar satisface condițiile dintr-o primă etapă de perspectivă. Mașinile electronice cu memorie extensibilă ar fi cele mai indicate.

Pentru rețele mari se utilizează în prezent mașini de calcul cu o capacitate de memorie de ordinul a 100 000 adrese.

Stabilitatea dinamică a unei rețele cu 40 mașini se poate rezolva la o mașină cu o capacitate de memorie extinsă de 20 000 (URAL-2), iar a unei rețele cu 100 mașini (ceea ce se poate considera o precizie exagerată) cu o capacitate de circa 200 000 (IBM-705, Gamma-60).

Circulații de putere în rețele cu 400 noduri și 700 laturi se pot rezolva cu mașini cu o capacitate de memorie de circa 200 000 (gamma-60).

5. Concluzii

În materialul prezentat s-a dat o privire de ansamblu în special asupra stadiului în care se află în momentul de față, la noi în țară, utilizarea mașinilor electronice de calcul la rezolvarea problemelor de rețele electrice.

După calcule preliminare asupra eficienței introducerii calculului numeric în asemenea probleme s-au obținut rezultatele prezentate în tabela 1.

Menționăm că în aceste cifre nu sînt cuprinse orele de calcul necesare programării, care în general se fac o singură dată pentru un anumit tip de problemă, în rest introducîndu-se numai datele problemei.

Unele dintre aceste probleme sînt mai dificil de programat, așa cum s-a arătat la analiza fiecărui tip de problemă în parte.

Precizia de calcul ce se cîștigă în plus este absolut evidentă în problemele de integrare numerică, unde se micșorează intervalele de timp (stabilitate dinamică) și la calculul de pierderi în rețele.

Tabela 1

Tipul de problemă	Reducerea costului față de calculul cu rigla	Observații
Calculul impedanțelor rezultante și de transfer	20 ori	Rețea buclată cu patru noduri, patru laturi, patru sarcini, opt generatoare
Stabilitate dinamică	6 ori	Schemă redusă la un nod, trei generatoare și o sarcină
	6 ori	Analiza simultană a două noduri, patru generatoare, două sarcini
Circulații în buclă și pierderi în rețele	3 ori	13 noduri, 13 laturi
Rezolvare de ecuații liniare	10 ori	12 ecuații
Tabelări de funcții de transfer	25 ori	Gradul 12
Reduceri de schemă	10 ori	Sistem cu 15 generatoare
Calculul regimurilor de linii lungi	50 ori	

Menționăm că în general pentru calcule obișnuite orientative nu s-a renunțat la mijloacele clasice de calcul, cum ar fi masa de curent continuu. Un asemenea lucru încă nici nu poate fi considerat ca oportun, atît din cauza rezultatelor suficient de exacte pentru unele calcule orientative, cît și din cauza capacității reduse a calculatoarelor numerice de care se dispune.

Față de realizările obținute la utilizarea mașinilor cifrice electronice pentru calculele de rețele în țara noastră, considerăm că problema este în plină dezvoltare și se justifică pe deplin necesitatea extinderii volumului de probleme ce pot fi rezolvate în acest mod.

Bibliografie

[1] *Groza L.* : Utilizarea calculatorului numeric și a metodei separării nodurilor în probleme actuale de stabilitate și reglaj. Energetica, nr. 7, 1960.

[2] *Dimo P., Moraite G.* : Analiza unui sistem energetic complex cu patru centrale prin metoda nodală a curenților de scurtcircuit. Energetica, nr. 3,1961.

[3] *Dimo P.* : Timpul de lansare al unei rețele. Caracteristici și posibilități de determinare. Revue générale d'Électricité, nr. 12, 1960.

[4] *Bercovici M.* : Calculul circulației curenților în rețelele electrice buclate cu ajutorul mașinilor de calcul numerice. Probleme de automatizare, vol. II, 1960.

[5] *Petroianu A.* : Determinarea circulațiilor de putere într-o rețea buclată cu ajutorul calculului matricial. Energetica, nr. 8, 1960.

Tehnologia contactelor sinterizate folosite la aparatajul de joasă tensiune

Constantin Fugaru şi **Ion Barbu*** – Bucureşti

Lefordiva
Fnz. 536/62

Buna funcţionare a aparatelor electrice depinde în mare măsură de comportarea contactelor. Automatizarea crescîndă a proceselor tehnologice impune siguranţa în funcţionare la o durată mare de conectări a aparatelor de comutaţie, lucru care se poate obţine numai la aparatele înzestrate cu contacte electrice speciale. Contactele sinterizate satisfac aceste cerinţe. În lucrare se prezintă modul de preparare a pulberilor metalo-ceramice din argint, nichel, oxid de cadmiu, presarea şi sinterizarea acestora, precum şi încercări de uzură.

CZ 621 : 316.5.066.6

În ultimele două decenii, metalurgia pulberilor şi-a cîştigat o poziţie sigură în domeniul electrotehnic. Astăzi, o largă şi variată gamă de materiale necesare contactelor electrice se produce exclusiv prin metodele metalurgiei pulberilor [1]. Contactele sinterizate sînt utilizate cu succes la aparatajul electrotehnic unde sînt condiţii grele de funcţionare [2].

Criteriile care au justificat aplicarea metalurgiei pulberilor sînt [3] : imposibilitatea de a produce prin metodele de topire metale dure, rezistente la uzură şi refractare, cum este wolframul în formă ductilă ; posibilitatea de a combina metalele şi metaloizii nealiabili, cum sînt cuprul şi grafitul, sau argintul şi wolframul, în pseudoaliaje sau „compuşi metalici", care să păstreze proporţional proprietăţile mecanice şi electrice specifice componenţilor de bază.

Înaltele conductibilităţi, electrică şi termică ale argintului sau ale cuprului, pot fi combinate cu calităţile de rezistenţă la uzură ale unui metal refractar (wolframul sau molibdenul), cu cele ale unui metal cu temperatura de topire mijlocie (cum este nichelul sau cobaltul), sau cu cele ale unui material nemetalic (grafitul sau anumiţi oxizi metalici).

În cadrul Institutului de cercetări electrotehnice, un colectiv de cercetători s-a ocupat de materialele sinterizate folosite la contactele electrice şi, în special, de argint-oxid de cadmiu şi argint-wolfram. Despre aceste cercetări se relatează în cele ce urmează.

1. Prepararea pulberilor

Producţia de piese metalice sinterizate este influenţată direct, din punct de vedere economic şi calitativ, de metoda care se alege la prepararea pulberilor metalice. Proprietăţile contactelor sinterizate sînt influenţate de caracteristicile iniţiale ale pulberilor, şi anume : structura, mărimea, forma particulelor, gradul de puritate, aptitudinea la presare, sinterizare etc.

Din punct de vedere economic, metodele de preparare influenţează costul de producţie, mărimea investiţiilor, precum şi prelucrările pînă la produsul finit.

1.1. Obţinerea pulberii de argint. Pulberea de argint a fost obţinută din soluţia de azotat de argint prin scoaterea din soluţie a argintului de către zinc sau cupru conform reacţiei :

$$Zn + 2\,AgNO_3 = 2Ag + Zn\,(NO_3)_2\,;$$

$$Cu + 2AgNO_3 = 2Ag + Cu(NO_3)_2\,.$$

Pentru a avea asigurată puritatea, azotatul de argint chimic pur a fost dizolvat în apă distilată. După atacare cu acid azotic şi după introducerea plăcilor de cupru electrolitic, pulberea de argint cade în formă de straturi pe fundul vasului, iar cuprul trece parţial în soluţie. Procesul este continuat pînă la eliminarea totală a argintului, ce se poate controla cu reacţia pentru clorura de argint.

În timpul scăderii argintului din soluţie se încălzeşte soluţia datorită reacţiei ; această încălzire are un efect negativ, şi anume cauzează creşterea grăunţilor de argint. Pentru evitarea acestei situaţii se scot pentru un anumit timp plăcile de cupru, sau vasul în care se întîmplă reacţia este răcit cu apă. Pulberea de argint se decantează de cîteva ori, se filtrează şi se spală pînă la dispariţia urmelor de cupru. Se usucă la temperatura de 120...180°C iar după aceea se introduce pentru omogenizare într-o moară cu bile de porţelan. Randamentul de preparare este de 98...99% pulbere de argint. O parte din argint se scurge la decantare, ceea ce constituie o pierdere. Grăunţii de argint, în urma analizei microscopice, au o mărime medie de 5...8 microni. Puritatea pulberii variază între 99,8 şi 99,9% argint.

1.2. Prepararea pulberii de nichel. Pulberea de nichel a fost obţinută prin electroliza unei soluţii, preparată prin dizolvarea, într-un litru de apă, a 20 g H_2SO_4, $7H_2O$, 10 g NaCl şi 20 g $(NH_4)_2SO_4$. Electroliza s-a efectuat la un *p*H al soluţiei de 4,2...4,5 şi la o temperatură de 35... ...40°C. Anozii folosiţi au fost de tablă de nichel iar catozii, de oţel nichelat. Densitatea optimă de curent pe catod este de 4...10 A/dm². Randamentul maxim de metal în funcţie

* Ing. *C. Fugaru* este cercetător metalurg. la ICET şi ing. *I. Barbu*, cercetător electrotehnician la ICET.

de curent este de 70% şi se realizează între 5 şi 6 A/dm². Pulberea de nichel obţinută avea puritatea de 99,8...99,9%. Dimensiunea medie a granulelor a fost de aproximativ 50...60 μ. Pulberea de nichel a mai fost obţinută şi prin electroliza unei soluţii apoase, care se prepară (calculat la 1 litru) din 40 g $NiCl_2$ $6H_2O$ şi 250 ml soluţie concentrată de amoniac. Electroliza a fost efectuată la un *p*H al soluţiei de aproximativ 11, densitate de curent pe catod 14... ...15 A/dm² şi temperatura electrolitului de 50...60°C. Randamentul în funcţie de curent a fost de 90%.

1.3. Prepararea oxidului de cadmiu. Pulberea de oxid de cadmiu a fost obţinută prin descompunerea azotatului de cadmiu într-un evaporator de porţelan; evaporatorul s-a introdus într-un cuptor cu mufă şi încălzit pentru îndepărtarea totală a vaporilor de oxid de azot. Timpul de încălzire la descompunerea azotatului de cadmiu trebuie supravegheat, deoarece o creştere rapidă a temperaturii produce oxid de cadmiu macrogranulat cu o culoare neagră. Terminarea reacţiei de disociaţie a azotatului de cadmiu la o temperatură de 400°C poate fi constatată prin invariabilitatea greutăţii la o nouă încălzire la 400°C timp de o oră.

Tabela 1

Compoziţia contactelor fabricate

Nr. crt.	Materialul	Elementul	Presarea t/cm²	Sinterizare	
				Temperatură °C	Timp h
		Ag CdO			
1	AgCdO	92 8	2	700	1
2	AgCdO	88 12	4	700	1
3	AgCdO	85 15	4	700	1
		Ag Ni			
4	AgNi	85 15	4	900	1
5	AgNi	70 30	4	900	1
6	AgNi	50 50	6	900	1

Pulberile din compoziţiile arătate în tabela 1 au fost omogeneizate în morile cu bile timp de 24 ore.

2. Presarea

Studiului procesului de presare a pulberilor metalice i-au fost consacrate multe lucrări ale oamenilor de ştiinţă sovietici şi străini, între care trebuie să amintim înainte de toate lucrările lui M.I. Balşin, precum şi ale lui A.G. Samoilov, V.S. Rakovschi şi alţii, care au precizat într-o măsură importantă cunoştinţele asupra ansamblului complex de fenomene caracteristice procesului de presare.

Neuniformitatea distribuirii presiunii în volumul brichetei a fost mult studiată şi discutată în literatura de specialitate, existînd încă părerea că această neuniformitate se datoreşte nu numai frecării pulberii de pereţii formei de presare (explicaţie acceptată unanim), ci şi frecării particulelor între ele, ceea ce produce — se pare — o scădere a presiunii din pastilă (brichete) pe măsura îndepărtării de poanson în sensul dimensiunii liniare a brichetei. Mărimea frecării dintre particulele de pulbere şi rezistenţa totală a acestora la deformare joacă fără îndoială un rol important la presare şi influenţează, într-o măsură mai mare sau mai mică, mărimea presiunii necesare pentru a obţine densitatea pastilei de contact, însă frecarea particulelor de pulbere între ele nu poate să producă scăderea presiunii în direcţia axei pastilei.

Prin urmare, dacă se presează din aceeaşi pulbere două pastile de contact cu secţiune egală, oricît s-ar deosebi ele prin înălţimea lor şi presupunînd că nu există frecarea pulberii de pereţii formei de presare, s-ar realiza aceeaşi densitate a celor două pastile la aceeaşi presiune aplicată la capetele lor (dacă neglijăm influenţa greutăţii pulberii); mai departe, dacă vom considera influenţa suplimentară a greutăţii proprii a pulberii asupra compactizării, pentru a realiza aceeaşi densitate medie la pastila de contact cu o înălţime mai mare, ar fi fost necesară chiar o presiune puţin mai mică la o creştere oarecare a densităţii pastilei de sus în jos şi nu de jos în sus, după cum se constată de regulă cînd există o frecare a pulberii de pereţii formei de presare.

Una dintre cauzele care produc nedumeriri în această problemă este confuzia care se face uneori între noţiunile de „presiune de presare" şi „lucru mecanic de presare".

Lucrul mecanic de presare depinde de înălţimea coloanei de pulbere *h*:

$$A = \int_{h_2}^{h_1} p\,dh, \qquad (1)$$

în care *p* este o funcţie de *h*.

În condiţiile reale de presare trebuie să se ia în consideraţie întotdeauna influenţa frecării pulberii de pereţii formei de presare, care duce la încovoierea straturilor de pulbere în pastila presată, fapt bine cunoscut, din care rezultă că densitatea stratului superior se măreşte de la centru spre periferie, iar a celui inferior — de la periferie spre centru; totodată, după cum se consideră cel mai des, în orice secţiune verticală densitatea se micşorează întotdeauna de sus în jos (la presarea unilaterală). Faptul că în cursul presării pastilelor de contact electric se menţine o formă bombată a stratului superior, cu o oarecare convexitate în jos, se explică prin acţiunea de întărire a părţilor periferice îndesate ale stratului superior.

Densitatea relativă [1, 4] a pastilelor va varia în funcție de presiunea de presare, după o relație logaritmică:

$$\log p = -d(\beta - 1), \qquad (2)$$

unde β este densitatea relativă;

p — presiunea de presare (minus pierderea de presiune datorită frecării de pereții formei de presare);
d — densitatea pulberii presate.

În cazul materialelor folosite de noi în fabricația contactelor electrice sinterizate am ținut seamă de această parte teoretică în legătură cu presarea pulberilor și în acest sens justificăm necesitatea ei în lucrarea de față.

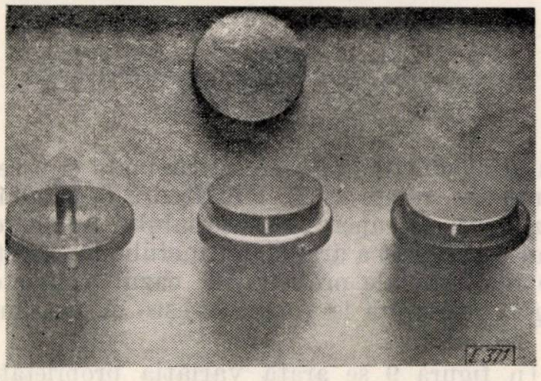


Fig. 1. Contacte electrice de AgCdO și AgNi fixate prin presare pe un suport de Cu.

Presarea pulberilor metalice a fost executată fără liant.

Presiunile la presare au fost între 2 și 6 t/cm².

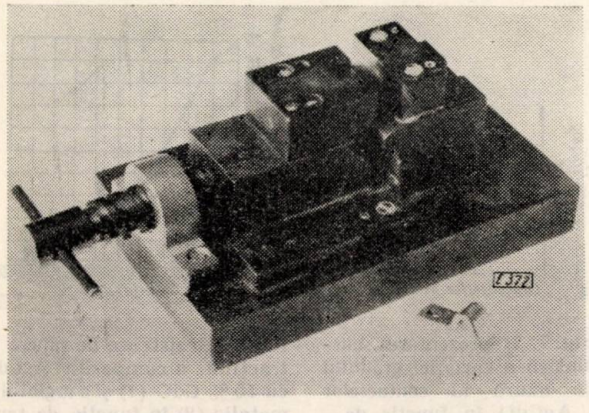


Fig. 2. Dispozitivul de presare și calibrare al contactului mobil.

Pentru simplificarea tehnologiei de fixare a materialului de contact pulberile au fost presate direct pe suportul contactului așa cum se arată în figura 1.

Dispozitivele de presare sînt arătate în figura 2 și în figura 3.

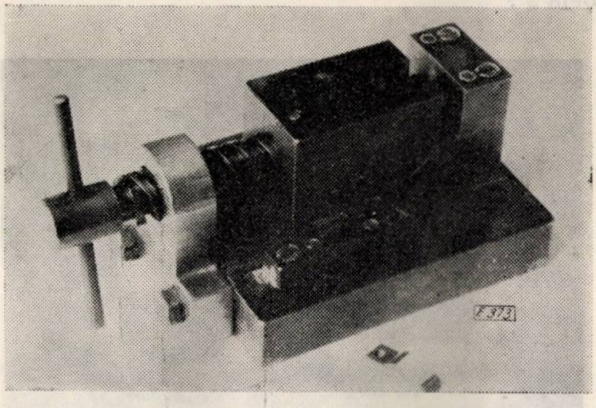


Fig. 3. Dispozitivul de presare și calibrare al contactului fix.

3. Sinterizarea

Materialele de contact AgCdO au fost sinterizate la temperatura de 750°C într-un cuptor cu rezistență electrică, atmosfera protectoare fiind realizată cu CH_4.

Cantitățile din argint-nichel au fost sinterizate la temperatura de 800°C cu un palier pe o oră. Atmosfera protectoare a fost hidrogenul.

Tratamentul termic final este una dintre fazele principale ale procesului tehnologic. În cadrul acestui tratament se urmărește obținerea unui produs finit, nedeformat, rezistent mecanic, cu densitate ridicată și cu cristale de ordinul micronilor. Desigur, aici apar o serie de condiții contradictorii. Astfel, obținerea unei densități ridicate se obține printr-un tratament termic mai intens și mai lung, ceea ce are ca urmare creșterea cristalelor și uneori înrăutățirea proprietăților electrice.

Atît contactele de AgCdO cît și cele de AgNi au fost calibrate după sinterizarea în dispozitive adecvate, astfel îmbunătățindu-se duritatea materialului calibrat.

4. Încercarea la uzură a contactelor

Încercările comparative la uzură a contactelor din compoziția argint-oxid de cadmiu și a contactelor argint metalic efectuate în contactoare la curent alternativ de 25 A, 220 V, sarcină rezistivă, au condus la următoarele rezultate: după $1 \cdot 10^6$ închideri și deschideri, contactele de argint s-au uzat pe o adîncime de 1 mm, în timp ce contactele de argint-oxid de cadmiu au atins 0,3 mm, adică pe o adîncime de aproximativ 4 ori mai mică (fig. 4).

Încercările contactelor argint-nichel au fost efectuate în aceleași condiții ca și cele argint-oxid de cadmiu, rezultatele fiind date în tabela 2 :

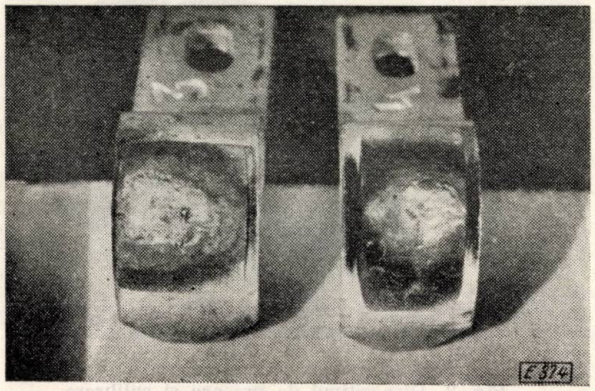


Fig. 4. Contacte electrice după uzură :
3 — din AgCdO ; *4* — din AgNi.

Tabela 2

Materialul	Pierderi în grame	Rezistența de contact *rc*	
		înainte de încercare	după încercare
Argint pur	0,6	1,1	2,3
Argint-Ni 85/15	0,51	1,17	2,6
Argint-Ni 70/30	0,48	1,28	2,9
Argint-Ni 60/50	0,4	1,3	3,2

În figura 5, se arată pastile pentru contacte electrice confecționate din AgCdO, iar în figura 6, pastile bimetalice.

4.1. Proprietățile fizice ale contactelor din AgCdO *și* AgNi. Din literatură [1, 2, 3, 4, 5] și măsurătorile făcute în cadrul cercetărilor,

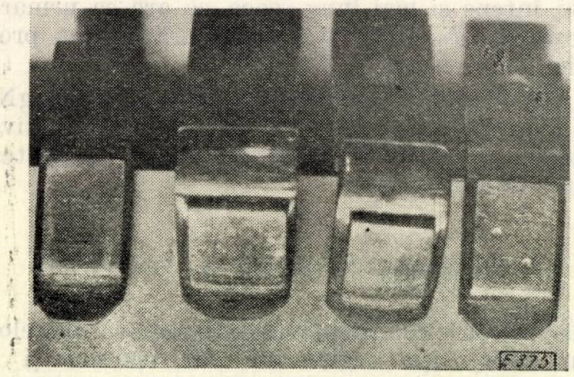


Fig. 5. Contacte electrice sinterizate folosite la contactoarele de 25 A.

au rezultat unele proprietăți ale contactelor electrice fabricate din AgCdO și AgNi. Rezistența la uzură a contactelor AgCdO crește cu conținutul CdO pînă la 15 % CdO, iar la contacte avînd concentrația în CdO mai mare, rezistența la uzură scade (v. figura 7). Din măsurătorile noastre se confirmă că contactele fabricate din Argint-Oxid de Cadmiu,

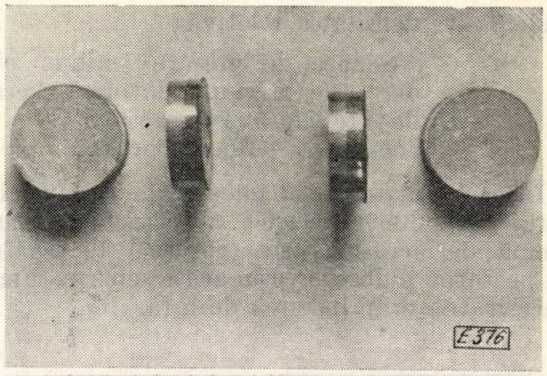


Fig. 6. Contacte electrice sinterizate bimetalice avînd suportul din cupru, iar materialul de contact AgNi și AgCdO.

au o conductibilitate electrică mare și o rezistență de trecere mică. Din figura 8, rezultă că rezistența la rupere a materialului AgCdO este mai mică decît a argintului metalic în condițiile de încălzire ale probei. În cazul contactelor AgNi rezistența la rupere crește cu conținutul în nichel.

În figura 9 se arată variația proprietăților mecanice în funcție de adaosul de CdO ; din diagramă rezultă că limita de curgere și duritatea cresc odată cu conținutul în CdO iar scurtarea specifică și densitatea scad.

Rezistivitatea electrică a contactelor din AgCdO crește odată cu conținutul în CdO (fig. 10). Materialul de contact Argint-Nichel

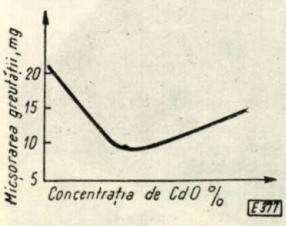


Fig. 7. Reprezentarea schematică a variației gradului de uzură al contactelor AgCdO în funcție de conținutul de CdO.

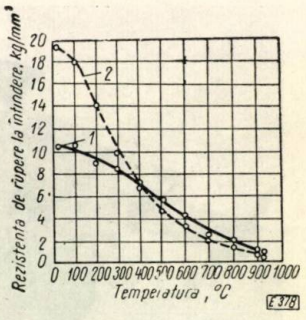


Fig. 8. Rezistența de rupere la tracțiune a compoziției AgCdO cu 15 % CdO (*1*) și a argintului metalic (*2*) în funcție de temperatura de încălzire în cursul încercării.

are duritate, rezistivitate și rezistență la rupere mari atunci cînd conținutul în nichel crește, iar densitatea și scurtarea specifică sînt mici (fig. 12).

Pentru a urmări proprietățile materialelor de contact dăm în figurile 11, 12, 13 unele dintre proprietăți, stabilite de diverși cercetători [1, 2, 3, 4, 5] și verificate prin încercări, de

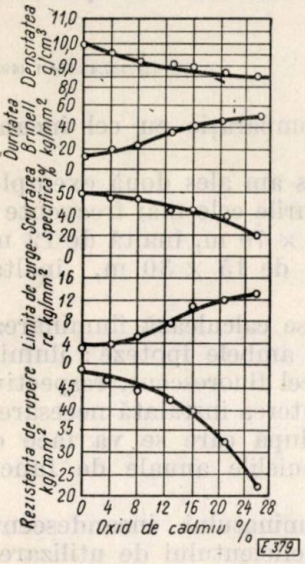


Fig. 9.
Unele proprietăți ale compozițiilor AgCdO.

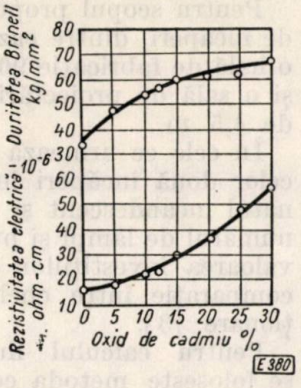


Fig. 10. Rezistivitatea electrică și duritatea compozițiilor AgCdO.

colectivul nostru. Duritatea Brinell și densitatea materialului cu AgCdO cresc cu gradul de reducere prin laminare, iar rezistivitatea electrică scade (fig. 11).

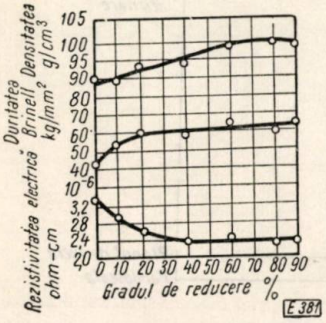


Fig. 11. Influența gradului de îndesare la laminare asupra proprietăților compoziției AgCdO cu 15%. Epruvetele au fost încercate după recoacere.

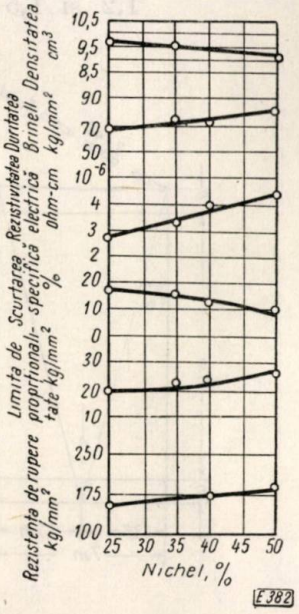


Fig. 12. Unele proprietăți ale compozițiilor argint-nichel.

Duritatea scade cu temperatura (fig. 13).

Relațiile discutate anterior și reprezentate în figuri servesc la elaborarea în condiții optime a contactelor sinterizate și la adaptarea per-

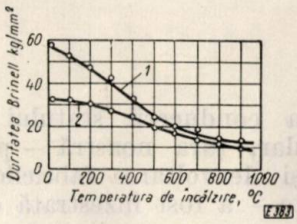


Fig. 13. Duritatea compoziției argint-oxid de cadmiu cu 15% CdO (*1*) și a argintului metalic (*2*) în funcție de temperatura de încălzire în cursul încercării.

formanțelor lor la cerințele impuse de condițiile speciale de exploatare ale aparatajului de conectare.

Aplicații

Contactele AgCdO și AgNi pot fi utilizate:

— la aparatajul de joasă tensiune, dacă nu se cere o rezistență de contact deosebit de stabilă;

— la contactoare și demaroare de curent alternativ pînă la 50—100 A, dacă este asigurată o suficientă forță de desprindere a contactelor la deconectare;

— la disjunctoare pînă la 10 000 A.

Alte întrebuințări includ relee, întreruptoare de siguranță, conjunctoare pentru sarcini grele și aparataj de protecție pentru transformatoare în ulei.

Bibliografie

[1] *Bolșin M. I.*: Poroșkovaia metallurghi. Mașghiz, Moscova, 1948, p. 112—118.

[2] *Kieffer R.* u. *Hotop W.*: Pulbermetallurgie und Sinterwerkstoffe. Ed. Springer, Berlin, 1948, p. 183—222.

[3] *Altman A. B., Melasenko I. P.*: Metallokeramiceskie materiali dlea elektriceskih kontaktov, Elektricestvo, **76** (1955) 1, p. 25—28.

[4] *Usov V .B., Benko P. A., Miravienov E. M., Povoloțkaia M. D.*: Serebeano nikelenie kontakti dlea elektriceskih apparatov, Vestnik elektropromîșlennosti, **29**, 1958, 8, p. 28—32.

[5] *Halls E. E.* Properties required from sintered silver-niekel, Electrician **18** (1939), p. 454.

[6] *Palme R.*: Der Einfluss der oxydierenden Wirkung atmosphärischen Luft auf die Wirkungsweise elektrischer Kontakte, Schweiz. Arch. angew. Wiss. u. Techn. **6** (1953), p. 177—182.

[7] *Vambereseky A.*: Hovej jpekanych materialu pro contakty, Electrotechnicky Obzor **6** (1952), p. 272—281.

[8] *Avramescu A., Barbu I., Fugaru C.*,: Alegerea materialului de contact electric. Electrotehnica, **8** (1960), 12, p. 426—436.

Pentru tînărul inginer

Rentabilitatea folosirii iluminatului fluorescent la noi în ţară

Gheorghe Banu* – Bucureşti

CZ 621.327.42.004.1 (498)

Prin grija conducerii statului nostru democrat-popular, ţara noastră — pe lîngă modernizarea şi dezvoltarea fabricilor de lămpi incandescente — a fost înzestrată cu o fabrică modernă, de mare capacitate pentru producerea tuburilor fluorescente şi a tuturor accesoriilor necesare. Avînd deci la îndemînă o producţie dezvoltată de lămpi incandescente şi o altă producţie modernă de tuburi fluorescente, se pune problema cînd şi unde trebuie folosită una sau cealaltă metodă de iluminare şi care este rentabilitatea folosirii iluminatului fluorescent — în comparaţie cu cel incandescent.

Înainte de a aborda problema de bază a articolului de faţă, şi anume aceea a rentabilităţii, dorim să punem la punct o altă chestiune destul de controversată: este sau nu, iluminatul fluorescent sănătos, are sau nu acest iluminat vreo influenţă dăunătoare asupra vederii sau asupra organismului în general?

Nu vom reproduce aici multiplele păreri pro şi contra ale „laicilor" sau „specialiştilor". Ne mărginim să răspundem, tuturora, prin rezultatele vastei anchete întreprinse printre muncitori de către Institutul de igienă generală şi comunală al Academiei de Ştiinţe medicale a U.R.S.S., pentru determinarea influenţei iluminatului fluorescent asupra randamentului de funcţionare a organului vederii [1].

Circa 80% din muncitorii anchetaţi au scos în evidenţă simplificarea muncii, circa 60% au relevat impresia generală favorabilă a iluminatului fluorescent, iar 55% au recunoscut uşurinţa cu care se deosebesc culorile. Aceste cercetări s-au executat la un nivel de iluminare de 200 lx. Se presupune că la o iluminare mai mare aprecierile ar fi fost mai favorabile. Nimeni dintre cei anchetaţi nu s-a plîns de efecte dăunătoare.

Este de menţionat că iluminatul fluorescent trebuie aplicat la un nivel de iluminare mai ridicat decît acela incandescent (raportul fiind de minimum 3 :1), deoarece compoziţia spectrală a acestuia mai apropiată de lumina zilei (domeniul de culori albastru-violet) sub 75 lx produce asupra omului o senzaţie neplăcută de lugubru-rece, tocmai fiindcă comparaţia se face cu lumina solară [2].

Odată stabilite cele de mai sus, trecem la analiza rentabilităţii economice a iluminatului fluorescent — în comparaţie cu cel incandescent.

Pentru scopul propus am ales două exemple de încăperi, dintre cazurile cele mai frecvente: o hală de fabricaţie 90 × 70 m, înaltă de 12 m şi o sală de proiectări, de 15 × 30 m, înaltă de 4,5 m.

În cele ce urmează se calculează iluminarea celor două încăperi în ambele ipoteze: iluminatul incandescent şi cel fluorescent, respectiv numărul de lămpi şi puterea instalată necesare, valoarea investiţiilor după care se va face o comparaţie între cheltuielile anuale de funcţionare [3].

Pentru calculul iluminatului incandescent se foloseşte metoda coeficientului de utilizare, prin formula:

$$\Phi = \frac{E \times S \times k}{\mu}, \qquad (1)$$

în care:

Φ este fluxul luminos total necesar, în lm;
E — iluminarea cerută de normativ, în lx;
S — suprafaţa încăperii, în m²;
k — coeficient de depreciere, variază între 1,2 şi 1,5;

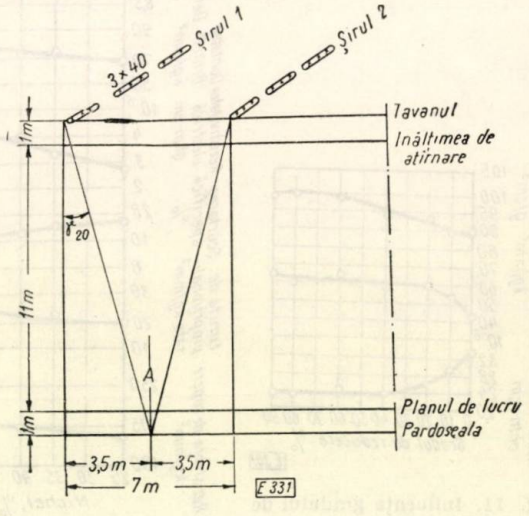


Fig. 1.

μ — coeficient de utilizare, care depinde de

$$\eta = \frac{a \times b}{H\,(a + b)} \qquad (2)$$

în care a,b şi H sînt dimensiunile încăperii [4].

* Ing. *Gh. Banu* este proiectant principal la IPROMET.

Pentru exemplul 1 (hala de fabricație) folosind lămpi de tip atelier cu becuri de 300 W și un nivel de iluminare de 50 lx, înlocuind toate datele în (1) vom avea:

$$\Phi_1 = \frac{50 \times 6\,300 \times 1{,}3}{0{,}52} = 820\,000 \text{ lm}.$$

Lampa cu incandescență de 300 W având 4 260 lm, rezultă că sînt necesare 200 de lămpi și o putere instalată de $200 \times 300 = 60$ kW [5].

Pentru exemplul 2 (sala de proiectare), folosind pendule cu globuri opale, cu becuri de 200 W și un nivel de iluminare 100 lx, vom avea:

$$\Phi_2 = \frac{100 \times 450 \times 1{,}3}{0{,}37} = 156\,000 \text{ lm}.$$

Lampa cu incandescență de 200 W, având 2 540 lm, rezultă că sînt necesare 61 de lămpi și o putere instalată de $61 \times 200 = 12{,}2$ kW.

Pentru calculul iluminatului fluorescent, folosim metoda recomandată de Uzinele „Philips" și care este o variantă a metodei coeficienților de utilizare [6].

Formula este următoarea:

$$\Phi = \frac{E \times S}{\mu}, \qquad (3)$$

în care simbolurile au aceleași semnificații ca și în formula folosită în cazul iluminatului incandescent.

Diferența constă în evaluarea lui μ, care în cazul iluminatului fluorescent se deduce prin relația:

$$\eta = \frac{0{,}2 \times a + 0{,}8 \times b}{H(a+b)} \qquad (4)$$

a, b și H fiind dimensiunile încăperii.

Pentru exemplul 1 (hala de fabricație) folosind corpuri de iluminat tip CK 340 (cu 3 tuburi fluorescente a 40 W) o iluminare de 150 lx și înlocuind valorile în (4) respectiv (3) vom avea:

$$\Phi_1' = \frac{150 \times 6\,300}{0{,}49} = 1\,920\,000 \text{ lm}.$$

Trei tuburi de 40 W însumînd 7 100 lm, vom avea nevoie de 270 corpuri de iluminat și o putere instalată de $150 \times 270 = 41$ kW (s-a adăugat și consumul bobinelor de șoc).

Pentru exemplul 2 (sala de proiectare) folosind corpuri de iluminat tip CK 240 (cu 2 tuburi fluorescente a 40 W) și o iluminare de 300 lx, vom avea:

$$\Phi_2' = \frac{300 \times 450}{0{,}34} = 400\,000 \text{ lm}.$$

Două tuburi de 40 W însumînd 5 400 lm, vom avea nevoie de 80 corpuri de iluminat și de 8 kW putere instalată.

În baza rezultatelor de mai sus, s-a întocmit un deviz comparativ [7] (tabela 1).

Cheltuielile anuale de funcționare se compun din cheltuieli fixe, care reprezintă cota de amortizare a investițiilor și din cheltuieli variabile, conținînd costul energiei și al întreținerii.

Pentru calcul, folosim formula:

$$K = \underbrace{A \frac{P}{100}}_{\text{cheltuieli fixe}} + \underbrace{\frac{B}{L} T + S \times N \times T}_{\text{cheltuieli variabile}}, \qquad (5)$$

în care:

K reprezintă cheltuielile anuale de funcționare, în lei;
A — costul instalației de lumină (fără lămpi);
P — cota de amortizare a investițiilor, în % (ptr. instal. electrice circa 15%);
B — prețul lămpilor, respectiv al tuburilor;
L — ore de funcționare garantate (800 pentru inc., 5 000 pentru fl.);
T — ore de funcționare anuale (4 600);
S — prețul unui kWh, în lei (0,60);
N — puterea instalată în lămpi sau tuburi, în kW (inclusiv bobine).

Înlocuind valorile din deviz în formula (5) vom avea:

$$k_1 = 36\,900 \frac{15}{100} + \frac{4\,826}{800} \times 4\,600 + 0{,}60 \times 60 \times 4\,600$$

$$k_2 = 198\,000 \frac{15}{100} + \frac{19\,901}{5\,000} \times 4\,600 + 0{,}60 \times 41 \times 4\,600$$

$$k_3 = 10\,500 \frac{15}{100} + \frac{819}{800} \times 4\,600 \times 0{,}60 \times 12{,}2 \times 4\,600$$

$$k_4 = 34\,850 \frac{15}{100} + \frac{3\,931}{5\,000} \times 4\,600 + 0{,}60 \times 8 \times 4\,600.$$

Rezultatele din efectuarea calculelor de mai sus sînt arătate în tabela comparativă (tabela 2).

Din discutarea rezultatelor putem trage următoarele concluzii, în ceea ce privește rentabilitatea iluminatului fluorescent, în comparație cu a celui incandescent.

Pentru un nivel de iluminare de 3 ori mai mare, puterea instalată (și deci consumul de energie) este cu circa 35% mai mică.

Deși cheltuielile fixe sînt de circa 4 ori mai mari la iluminatul fluorescent, cheltuielile anuale de funcționare sînt mai reduse, în medie cu 28% și în consecință sumele totale ce se debursează în cei 6—7 ani de amortizare sînt și ele mai mici în aceeași proporție.

Tabela 1

Deviz comparativ

Ex.	Nr. crt.	Art.	Denumirea	Buc.	Preț unitar mat. / man.	Preț total, lei: material	Preț total, lei: manoperă	Preț total, lei: total	Obs.
Exemplul 1 (Hală de fabricație)	1	EC 7e	Corp de iluminat pt. atelier cu pendulă, ∅ 350, pt. lampă 300 W	200	109,50 1,70	21 900	340	22 240	
	2	EA 26b	Loc de lampă executat aparent conductor aluminiu, tub IP	200	27,40 19,60	5 480	3 920	2 400	
			Total			27 380	4 260	31 640	
			Cheltuieli indirecte 1,15 × 4 260					4 899	
			Beneficiu 0,01 × 31 640					316	
			Rotunjire					45	
			Total general					36 900	
	1	EC 11	Corp de iluminat fluorescent din tablă emailată CK 340 (3 tub a 40 W)	270	630 15,75	170 100	4 252	174 352	
	2	EA 26b	Loc de lampă executat aparent conductor aluminiu tub IP	270	27,40 19,60	6 038	5 292	11 330	
			Total			176 138	9 544	185 682	
			Cheltuieli indirecte 1,15 × 9 544					10 975	
			Beneficiu 0,01 × 185 682					1 856	
			Rotunjiri					37	
			Total general					198 550	
Exemplu 2 (sală de proiectare)	1	EC 5c	Pendulă nichelată cu tijă, glob de sticlă ∅ = 300 (pt. lampă 200 W)	61	74,90 1,90	5 243	133	5 376	
	2	EA 24f	Loc de lampă executat îngropat cu conductor de aluminiu tub IP	61	27,40 19,60	1 918	1 372	3 290	
			Total			7 161	1 505	8 666	
			Cheltuieli indirecte 1,15 × 1 505					1 730	
			Beneficiu 0,01 × 8 666					86	
			Rotunjiri					28	
			Total general					10 500	
	1	EC 11	Corp de iluminat fluorescent din tablă emailată CK 240 (2 tub. a 40 W)	80	333 19,50	27 120	840	27 960	
	2	EA 24f	Loc de lampă executat îngropat cu conductoare de aluminiu tub IP	80	27,40 19,60	2 192	1 568	3 760	
			Total			29 312	2 408	31 720	
			Cheltuieli indirecte 1,15 × 2 408					2 769	
			Beneficiu 0,01 × 31 720					317	
			Rotunjiri					44	
			Total general					34 850	

Tabela 2

Tabelă comparativă

Ex.	Construcția	Supraf. m²	Felul iluminării	Nivelul de iluminat, lx	Puterea instalată, kW	Cheltuieli anuale de funcționare, lei/an: fixe	Cheltuieli anuale de funcționare, lei/an: variabile	Cheltuieli anuale de funcționare, lei/an: total	Suma total cheltuită în anii de amortizare a investițiilor lei
1	Hală de fabricație	6 300	inc.	50	60	5 500	187 760	193 260	1 286 900
			fl.	150	41	30 000	132 000	162 000	1 080 000
2	Sală de proiectare	450	inc.	100	12,2	1 580	38 200	39 780	265 500
			fl.	300	8	5 250	25 620	30 870	205 350

Întrucît viaţa unei instalaţii electrice se întinde mult dincolo de anii de amortizare,

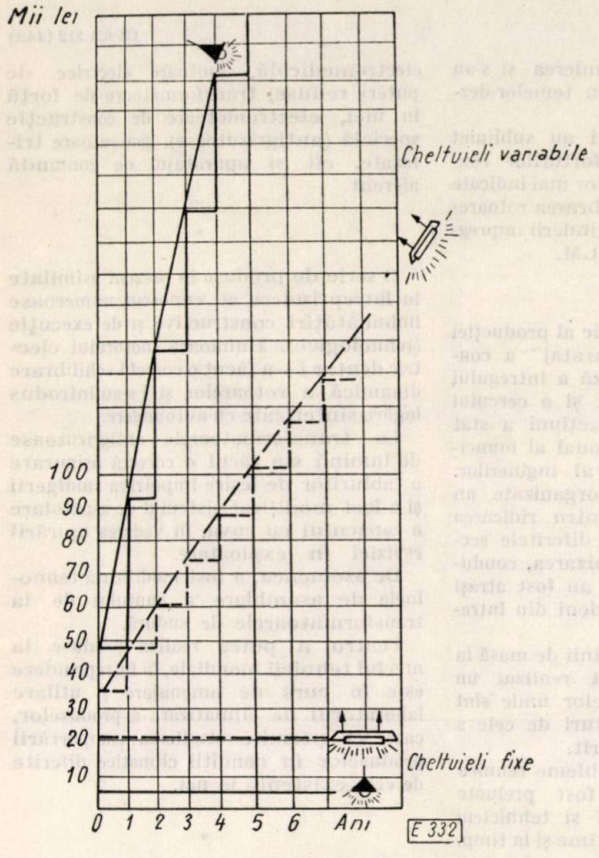


Fig. 2.

după 6—7 ani trebuie să comparăm numai raportul dintre cheltuielile variabile.

Tot din tabela (1) comparativă putem citi că aceste cheltuieli, la instalaţiile de iluminat fluorescent, sînt mai reduse, în medie, cu 32%.

În consecinţă, ţinînd seamă de avantajul optic al iluminatului fluorescent (o lumină apropiată de aceea a zilei), de efectul salutar în ceea ce priveşte ridicarea productivităţii muncii, la care se adaugă şi rentabilitatea materială, putem afirma că introducerea iluminatului fluorescent trebuie realizată — cu curaj — peste tot unde condiţiile locale permit acest lucru, înfăptuind şi în acest sector hotărîrile partidului şi guvernului privind introducerea tehnicii noi în toate sectoarele de activitate.

Mergînd pe această linie şi îmbunătăţind astfel condiţiile de muncă în uzine şi institute, vom contribui şi la grija pentru sănătatea celor ce muncesc — obiectiv scump al partidului şi guvernului statului nostru democrat-popular.

Bibliografie

[1] *Epaneşnikov M. M., Sokolov M. V.*: Iluminatul electric. Editura Energetică de Stat, 1953 (Traducere din limba rusă), 5—11, 162—209.
[2] *Burchert R.* şi *Neumann E.*: Licht und Beleuchtung. Urania Verlag, Leipzig/Jena, 1958. II. Aufl. p. 100—113; 131—138; 141—146.
[3] *Varduhn A., Nell W.*: Handbuch der Elektrotehnik. Fachbuchverlag, Leipzig 1951, III Aufl. Bd. II, p. 367—376; 392—398.
[4] AEG Hilfsbuch für elektrische. Licht und Kraftanlagen. W. Girardet, Essen, 1956, 624—647.
[5] Buletinul Informativ Ipromet, 1958.
[6] Prospecte pentru lămpi fluorescente Philips, Schanzenbach şi Osram.
[7] Norme de fabricaţie Electrofar corpuri de iluminat fluorescent CK.

Din activitatea Asociaţiei

Simpozionul „Mijloace auxiliare de calcul folosite în industria energetică şi electrotehnică"

Secţia energetică şi electrotehnică a Consiliului Central ASIT a organizat la data de 15 iunie 1961 un simpozion pe această temă foarte actuală. S-au prezentat următoarele comunicări:

1. *Popov M., Marinescu I.* (Acad. R.P.R.): „Folosirea maşinii de calculat analogice la rezolvarea circuitelor cu trei acumulatoare de energie" în care s-a arătat un exemplu concret de soluţionare rapidă a unui circuit pentru încercarea sintetică a siguranţelor de înaltă tensiune.
2. *Hortopan Gh.* (ICET): „Folosirea modelării în scopul predeterminării supratensiunilor în autotransformatoare, în care, după prezentarea succintă a diferitelor metode de modelare, s-au arătat condiţiile proiectării şi realizării modelului unui mare autotransformator.
3. *Groza L.* (ISPE): „Folosirea maşinii de calculat numerice la rezolvarea problemelor de reţele electrice" în care s-au trecut în revistă diferite probleme a căror soluţionare cu maşini numerice prezintă avantaje şi reduce timpul şi efortul proiectanţilor.
4. *Mihai Ilie* (IRME): „Determinarea supratensiunilor în staţiile electrice, folosind metoda modelării".

Ştiri din întreprinderi

CZ 621.312 (448)

Pentru frumoasele rezultate obţinute în cursul anului trecut, colectivul de muncă al Fabricii de motoare electrice Bucureşti, ajutat fiind de organele de partid şi sindicale, a fost distins cu steagul de fruntaş pe ramură.

Acest lucru a constituit pentru harnicii constructori de maşini electrice un imbold în muncă, în lupta pentru realizarea planului pe trimestrul I a.c.

Astfel producţia globală a fost îndeplinită în proporţie de 101,2 % iar producţia marfă în proporţie de 102,3 %. Faţă de aceeaşi perioadă a anului trecut producţia globală a crescut cu 14 %, iar cea de marfă cu 13 %. Planul producţiei pe sortimente a fost realizat în proporţie de 100 %. În acelaşi timp a crescut ponderea produselor pentru export. Produsele purtînd marca fabricii de motoare electrice Bucureşti sînt trimise în U.R.S.S., R.S.C., India, R. P. D. Coreeană, Afganistan, R.A.U. etc.

Modernizarea şi îmbunătăţirea calităţii produselor constituie preocuparea de bază a muncitorilor, inginerilor şi tehnicienilor de la această întreprindere, care au întîmpinat a 40-a aniversare de la crearea Partidului Comunist Romîn cu noi succese în această direcţie.

Astfel a fost realizat prototipul modernizat al grupului de sudură de 350 A, expresie a tot ce este mai mare şi mai modern în această direcţie.

De asemenea s-a întocmit documentaţia tehnică şi s-a realizat prototipul remorcii pentru grupul de sudură mobil, de 350 A, pe o osie şi cu motor termic. Pe linia introducerii tehnologiilor de lucru avansate şi a procedeelor tehnologice noi, în întreprindere este utilizată curent prelucrarea mecanică pe maşini de cofrat cu comanda program. De asemenea, a fost extins procedeul de vopsire şi uscare a pieselor şi subansamblelor în cuptoare cu radiaţii infraroşii.

Tot în cadrul fabricii de motoare electrice Bucureşti, cercul ASIT, în colaborare cu Filiala regională Bucureşti, a organizat în luna mai a.c., o sesiune tehnico-ştiinţifică pe tema „Metode, procedee şi performanţe la nivelul tehnicii mondiale în construcţia noii serii unitare de motoare asincrone."

Au fost prezentate referate şi comunicări din partea întreprinderilor de motoare electrice Bucureşti „Electroprecizia" şi ICET. După prezentarea referatelor s-a vizitat întreprinderea şi s-au purtat discuţii pe marginea temelor dezbătute.

Participanţii la discuţii au subliniat necesitatea îndreptării eforturilor constructorilor spre găsirea celor mai indicate soluţii cu privire la echilibrarea rotoarelor motoarelor, cît şi a extinderii impregnării bobinajelor cu lac ALM.

*

Ridicarea nivelului tehnic al producţiei întreprinderii „Electroaparataj" a constituit preocuparea de bază a întregului colectiv de muncitori, cît şi a cercului ASIT. La baza acestei acţiuni a stat creşterea nivelului profesional al muncitorilor, cadrelor medii şi al inginerilor. În acest scop au fost organizate un număr de 29 cercuri pentru ridicarea pregătirii profesionale în diferitele sectoare de lucru. La organizarea, conducerea şi predarea lecţiilor au fost atraşi peste 60 ingineri şi tehnicieni din întreprindere.

În scopul creării unei opinii de masă în problema calităţii a fost realizat un panou al calităţii produselor unde sînt expuse produse bune alături de cele a căror calitate lasă de dorit.

Un număr de 99 de probleme tehnice din planul M.T.O. au fost preluate nominal de către ingineri şi tehnicieni în vederea rezolvării lor optime şi la timp.

Ca urmare a acestor preocupări s-au obţinut o serie de rezultate valoroase comparabile cu rezultatele din tehnica mondială. Astfel dinamica indicelui calitativ $\left[C = \frac{V}{\sqrt{I_v \cdot I_\gamma}} \frac{\text{cm}^3}{\text{A}}\right]$ al întreruptoarelor automate în aer DITA — 350 este următoarea: $C = 72$ în 1949, $C = 32$ în 1959, $C = 11$ în 1962. La fel pentru întreruptoarele automate în aer DITA — 1 000 avem: $C = 65$ în 1950, $C = 32{,}2$ în 1959 şi $C = 26$ în 1963.

Rezistenţa la uzura mecanică a contactoarelor în aer a cunoscut de asemeni un salt calitativ. Dacă în 1953 ea era de 100 000 manevrări, în 1961 a ajuns la 1 200 000 manevrări, urmînd ca prin îmbunătăţirea continuă a calităţii să ajungă în 1962 la 5 000 000 manevrări.

*

Întreprinderea „Electrotehnica" din Bucureşti produce astăzi aparatură electromedicală, motoare electrice de puteri reduse, transformatoare de forţă în ulei, electromotoare de construcţie specială (antigrizutoase), generatoare trifazate, cît şi aparatajul de comandă aferent.

*

O serie de produse în prezent asimilate în întreprindere au cunoscut numeroase îmbunătăţiri constructive şi de execuţie (tehnologice). Bunăoară motorului electric dentar i s-a făcut o corectă echilibrare dinamică a rotoarelor şi i s-au introdus lagăre sintetizate cu autoungere.

La transformatoarele antigrizutoase de lumină s-a făcut o corectă asigurare a cablurilor de ieşire împotriva smulgerii şi a fost modificat sistemul de asamblare a capacului cu cuva, în vederea uşurării reviziei în exploatare.

De asemenea, a fost modificată tehnologia de asamblare a şuntului de la transformatoarele de sudură.

Pentru a putea realiza produse la nivelul tehnicii mondiale, în întreprindere este în curs de amenajare şi utilare laboratorul de climatizare a produselor, care va permite studierea comportării produselor în condiţii climatice diferite de cele existente la noi.

*

În curînd electricienii instalatori cît şi toţi cei ce lucrează în acest sector de activitate vor utiliza un nou tip de încercător de tensiune produs de întreprinderea „Electrofar". Noul tip are prevăzut la unul din capete o şurubelniţă şi are în plus calităţi funcţionale mai bune.

*

Ridicarea calităţii produselor şi creşterea productivităţii muncii este legată de introducerea de noi maşini şi dispozitive.

În acest scop, la „Electrofar" a fost confecţionată o maşină de tăiat şi dezizolat conexiuni pentru corpurile de iluminat; maşina înlocuieşte munca a doi oameni.

De asemenea, a fost confecţionat un dispozitiv cu cinci poziţii folosit în controlul electric al balasturilor pe bandă.

Documentare

621.3 *Electrotehnică generală*

CZ 621.3.014.31

Caracteristica dinamică a arcului electric al unui circuit de curent mic. [Karl Bergold; Elektrotechn. (ETZ-A) **82** (1961) 6, 161–167].

Se studiază comportarea dinamică a unui arc electric, care este determinată de inerţia termică. Mărimea caracteristică este constanta de timp termică; valoarea acestei mărimi creşte atunci cînd cresc lungimea şi intensitatea curentului arcului. Pentru un arc de 10 A şi de 100 mm lungime, valoarea acestei constante este de circa 0,7 ms. Materialul electrozilor nu are, practic, nici o influenţă. În cazul unui arc de curent alternativ stabil, trecerea curentului în alternanţa următoare nu este posibilă, cu toate că plasma este conductoare, decît după ce se depăşeşte tensiunea stabilită în camera catozilor. Această tensiune de amorsare este de circa 350 V pentru curenţi pînă la 100 A. Pentru curenţi mai mari decît 500 A se produce un spectru destul de regulat al tensiunii de amorsare, între limitele 40 şi 350 V.

I. Gh.

CZ 621.3.014.32 : 537.311.5

Metodă pentru calculul cîmpului magnetic bidimensional în jurul unui conductor de secţiune dreptunghiulară. Forţele produse de acest cîmp asupra unui conductor paralel. [Lanzagorta A. J.; Bull. A.S.E., **51** (1960) 4, 137–142, 17 fig.].

Se studiază modul de determinare a cîmpului magnetic şi a forţelor produse de acesta, plecînd de la legile lui Biot-Savart şi ajungînd, pentru diferitele ansambluri de conductoare, la formule care pot fi folosite uşor în practică. Astfel, calculul cîmpului magnetic transversal şi al forţelor axiale pentru configuraţii plan-paralele duce la ecuaţii care nu conţin decît funcţii logaritmice. Termenii acestor formule se grupează într-un număr oarecare de logaritmi de distanţe medii geometrice, care se pot calcula uşor, măsurîndu-se, în prealabil, anumite elemente. Într-o serie de curbe se dau distanţele medii geometrice D, între suprafaţa unui dreptunghi şi laturile sale sau distanţa D între un segment de dreaptă şi un punct oarecare. Această metodă îşi găseşte largi aplicaţii la calculul cîmpului şi forţelor axiale care apar în înfăşurările transformatoarelor. Se studiază diferitele situaţii care apar la construcţia transformatoarelor şi modul de determinare a cîmpului pentru un conductor dreptunghiular, pentru două dreptunghiuri egale (cu excepţia unui gol într-unul din ele) etc.

Fl. T.

CZ 621.3.028.089.68

Rezistenţe-etalon din aliajul aur-crom. [Dr. Bender; Elektrie, **14** (1960) 12, 451–452].

Diferiţi cercetători au ajuns la concluzia că un aliaj de aur cu 2,05% crom se pretează foarte bine la fabricarea rezistenţelor de precizie, avînd un coeficient de temperatură (după un anumit tratament termic) de $1.10^{-6}\,°C^{-1}$. Pentru acest aliaj, din care serviciul de măsuri şi greutăţi al R.D.G. şi-a fabricat rezistenţele-etalon, sînt indicate însuşirile specifice (rezistenţă specifică etc.). S-a constatat că, la un tratament termic, coeficientul α de temperatură se găseşte într-un raport liniar faţă de rezistenţă şi de acest raport $\alpha = f\left(\frac{R}{R_0}\right)$ se face uz pentru a întrerupe tratamentul termic (la fabricarea sîrmelor de rezistenţă) în momentul cînd α a atins o valoare minimă. Într-o diagramă se arată, în comparaţie cu manganina, variaţia rezistenţei în funcţie de temperatură la noul aliaj, şi anume atît înainte, cît şi după tratamentul termic (de îmbătrînire), de care s-a vorbit mai sus.

Se descriu apoi diferite construcţii de astfel de rezistenţe (cu izolaţie de lac, montate în vid într-o carcasă de alamă etc.), insistîndu-se asupra modelului de la serviciul de măsuri şi greutăţi al R.D.G., unde sîrma neizolată este înfăşurată pe un cilindru din material ceramic şi introdusă în heliu la presiune de circa 450 Torr. La sfîrşitul articolului sînt arătate însuşirile unor rezistenţe construite ca mai sus. Se arată, în două tabele, că variaţia în timp de 3, respectiv 21, ani a rezistenţei a fost neînsemnată. Apoi se indică rezultatele privind încălzirea şi consecinţele corespunzătoare la o rezistenţă de aur-crom introdusă într-o baie de petrol.

C. G.

621.313 *Maşini electrice*

CZ 621.313.14.015.54

Domeniul turaţiilor şi al sarcinilor fără scîntei la motoarele universale. [Mohr, A. V. (ETZ-A) **81** (1960) 23 (7, noiembrie), p. 812–816, 8 fig.].

Motoarele universale mici, dar numeroase prezintă foarte deseori scîntei la colector, ceea ce este dăunător nu numai pentru colector, ci şi pentru recepţiile radio din vecinătate. După analizarea cauzelor care provoacă aceste scîntei, se prezintă o metodă grafică, cu ajutorul căreia se poate determina turaţia, respectiv sarcina pentru care comutaţia este optimă la un motor-serie cu colector dat. Se arată condiţiile prin care domeniul de turaţie, respectiv de sarcină, pentru care funcţionarea se face fără scîntei, poate fi mărit sau deplasat. Articolul se referă numai la condiţiile electromagnetice, dar admite faptul că şi cauzele mecanice pot avea importanţa lor în ceea ce priveşte scînteile la colectorul motoarelor universale.

A. H.

CZ 621.313.17

O nouă concepţie asupra motoarelor electrice fracţionare Motoare cu rotor imprimat. [TSF St TV, **37** (1960), 377, 107, 1 fig.].

Motoarele fracţionare cu întrefier axial şi bobinaje lamelare se deosebesc de motoarele clasice. Ele se prezintă sub forma unor discuri. Partea rotativă are forma unei coroane subţiri solidarizată cu axa. În forma sa actuală, inerţia rotorică este de 5–10 ori mai mică decît a unui rotor de maşină clasică echivalentă. Liniile cîmpului inductor sînt paralele cu axa de rotaţie. Întrefierul este plan şi perpendicular pe această axă. Bobinajele electrice sînt executate mecanic, chimic sau electric (reproducere automată a unui desen sau a unei matriţe). Conductoarele plate, late, de mică grosime, aderă pe ambele feţe ale unui disc din material, izolant şi formează un bobinaj-serie ondulat. Conductoarele goale sînt astfel plasate direct în întrefier. Densităţile de curent de ordinul 50 A/mm² în regim permanent şi 150 A/mm² în regim temporar nu dau încălziri superioare celor admise în electrotehnica clasică.

Motoarele cu întrefier axial şi bobinaje lamelare sînt de mai mică importanţă, se adaptează deci la tensiuni relativ joase. Greutatea lor este cu 30–50% mai mică decît a motoarelor electrice. Motoarele de curent continuu se utilizează acolo unde calităţile lor pot fi folosite: tensiune joasă de alimentare, acceleraţii importante, cupluri de funcţionare ridicate. În curent alternativ, motoarele sincrone şi asincrone, motoarele Ferraris permit aplicaţii industriale foarte interesante.

A. S.

CZ 621.313.333.016.1+017.6

Curbele cuplului şi pierderile suplimentare la motoarele asincrone trifazate [Jordan, H. şi Taegon, F.; Elektrotechn. Z (ETZ-A), **81** (1960) 23, 816–820, 11 fig.].

Pînă în prezent, pentru motoarele asincrone trifazate cu colivie rotorică din aluminiu turnat prin centrifugare sau sub presiune, nu s-a reuşit să se obţină prin calcul curba

cuplu-viteză, care să corespundă mulţumitor cu rezultatele încercărilor. În articol se arată pe scurt de ce explicaţiile date pînă astăzi acestor nepotriviri nu sînt satisfăcătoare. Experimental, s-a dovedit că şi motoarele cu crestături neînclinate la rotor şi la stator pot prezenta „şei" la curba cuplu-viteză. Fenomenul se explică prin ipoteza unor curenţi superficiali axiali a căror trecere este posibilă datorită unor curenţi de izolaţie între tolele rotorului, prelucrării sau încălzirii. Suprafaţa rotorului are rolul unei a doua colivii, care este cauza pierderilor suplimentare necontrolate şi a cuplurilor datorite armonicelor superioare.

H. A.

CZ 621.313.333.2 : 621.867.2

Aplicarea motoarelor de inducţie liniare la benzi rulante. [Laithwite, E. R., Tipping, D., Hesmondhalgh, D. E.; Proc. Inst. electr. Engrs. **107** (1960), Part. A., 33, 284—294, 14 fig.].

Interesul pe care-l prezintă folosirea motoarelor de inducţie liniare la acţionarea benzilor transportoare constă în posibilitatea de a aplica forţa în mod uniform pe o suprafaţă mare şi fără contact material. Antrenarea este astfel independentă de frecarea între bandă şi role. Principala grijă la proiectare este obţinerea unei deplasări relativ lente şi se arată că soluţiile posibile se bazează pe o alimentare cu frecvenţă joasă. Se analizează două sisteme : primul foloseşte o bandă formată din împletitură de cupru, iar al doilea, o bandă formată din plăci de cupru legate la extremităţi prin lanţuri. Această din urmă soluţie constructivă implică un studiu al rotorului discontinuu, cuprins în articol. Concluzille obţinute sînt bazate pe experimentare.

H. A.

CZ 621.313.335

Comportarea defazorului-punte, cu rezistenţă şi cu capacitate. [Maizières, C.; Revue Gén. Electr., **69** (1960), 2 (februarie), 115—120, 10 fig., 1 tabelă].

Defazorul-punte descris dă la ieşire o tensiune de amplitudine constantă, cît timp defazorul este în gol, defazată în întîrziere faţă de tensiunea de intrare cu un unghi care depinde de rezistenţa şi capacitatea punţii şi de frecvenţă. Cînd însă impedanţa conductorului devine finită, locul geometric al capătului vectorului tensiunii de ieşire este punctul de intersecţie a două semicercuri, fiecare definit prin cunoaşterea coordonatelor unuia dintre punctele sale şi a centrului său. Se precizează aceste coordonate cînd sarcina este o rezistenţă, o reactanţă sau o impedanţă oarecare.

Mai departe se examinează comportarea defazorului alimentînd un generator magnetic de impulsuri şi se evaluează limitele reglajului unghiului de întîrziere a impulsurilor. Metoda folosită pentru aceste determinări este cea grafică.

A. H.

621.314.2 *Transformatoare*

CZ 621.314.2.014.32

Investigaţii asupra rezistenţei mecanice a bobinajelor transformatoarelor de mare putere supuse la scurtcircuite repetate. [Atalion R.; Rev. gén. Électr. **69** (1960), 1, 3—17, 23 fig., 1 tab. 13 ref.].

Se examinează condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească un transformator pentru a rezista unor scurtcircuite repetate, în număr de trei scurtcircuite nete, succesive, pe fiecare fază. Se analizează fenomenele relative la forţele electrodinamice care se produc în bobinajele supuse scurtcircuitelor. Deosebit de interesantă este darea de seamă a cercetărilor făcute în uzină asupra unui transformator de 20 MVA 63/16,5 kV. Se arată practica acestor încercări şi măsurile de precauţie luate. Rezultatele obţinute arată posibilitatea de a se ajunge la condiţii satisfăcătoare, datorită unei tehnici de fabricaţie bazată pe efectul unei precomprimări axiale a bobinajelor cu scopul de a se asigura o strîngere eficace a acestora. Stabilizarea pe această cale a bobinajelor trebuie făcută chiar dacă scumpeşte produsul. S-a arătat că, dacă se respectă anumite condiţii privind calculul, construcţia şi tehnologia fabricaţiei, se poate ajunge la construirea în serie a unor transformatoare capabile să suporte scurtcircuite repetate atît timp cît strîngerea în bobinaie este suficientă.

A. H.

CZ 621.314.635

Dioda cu siliciu în redresoarele de înaltă tensiune. [Lehnel, P. G., Bräuer M., Engelke, H. D.; Frepeng **14** (1960), 8, 259—263, 6 fig., 2 tab., 10 ref.].

La legarea în serie a diodelor cu Si, aşa cum se procedează în redresoarele de înaltă tensiune, apare o repartiţie neuniformă a tensiunii inverse pe diode, deoarece rezistenţele inverse diferă mult între ele. În paralel cu diodele, se poate face o conectare în paralel a unor condensatoare, provocînd astfel o repartiţie uniformă a tensiunii continue. Tabela prezintă o comparaţie a dimensiunilor şi greutăţii între o unitate de diode cu siliciu şi alta cu plăci de seleniu.

	Si	Se
Adîncime, mm	150	770
Înălţime, mm	600	600
Lăţime, mm	720	770
Greutate circa, kg	25	111
Volum, l	65	360

Supraîncărcarea de curent a diodelor cu siliciu în cazul unui scurtcircuit pe partea de curent continuu a putut fi limitată prin alegerea unei dispersii mari a transformatorului. O comparaţie între puterea trifazată absorbită şi puterea continuă debitată dă randamentele 96 % la redresorul cu siliciu şi 88 % la redresorul cu seleniu. Anumite dificultăţi provoacă vîrfurile de tensiune cu fronturi abrupte şi capacităţile distribuite, care însă pot fi făcute inofensive prin condensatoarele în paralel menţionate mai înainte. Perspectiva viitorului arată că, respectînd punctele de vedere arătate, nu pot exista riscuri neobişnuite la folosirea diodelor cu siliciu în redresoarele de înaltă tensiune.

S. A.

621.316 *Distribuţia energiei electrice*

CZ 621.316.35 : 621.315.53

Bare de conexiune din aluminiu. [Dassetto, G.; Bull. Ass. suisse Électrns. **51** (1960) 1,2—14, 12 fig., 7 ref. bibl.].

Datorită proprietăţilor sale tehnologice şi fizice, aluminiul este indicat pentru barele de conexiune şi poate înlocui cu rezultate bune barele de cupru. Astfel, deşi punctul de topire al aluminiului este mai scăzut, rezistenţa acestuia la efectele arcului electric este cel puţin egală cu a cuprului, datorită căldurii specifice şi căldurii sale de fuziune mai ridicate. De asemenea, barele de aluminiu sînt mai puţin solicitate de forţele electrodinamice decît cele echivalente de cupru, din cauza secţiunii lor mai mari. Este remarcabilă şi rezistenţa la agenţii atmosferici sau chimici, la aerul marin, datorită formării stratului de oxid ; folosirea acestor bare este indicată în sălile de acumulatoare sau cu vapori acizi.

Se studiază noi profiluri U, L jumătate şi dublu T, indicîndu-se avantajele economice pe care le prezintă fiecare tip. Tehnologia de montare a barelor este mult simplificată datorită greutăţii mai mici a barelor, profilurilor de aluminiu sau anticorodal A, lucrîndu-se uşor şi la rece. Joncţiunea cuprului cu aluminiul, deşi dificilă, se realizează cu ajutorul unor piese intermediare din Al-Cu, care pot fi uşor sudate la montaj. Ţinînd seama de pericolul de coroziune care provine din diferenţa potenţialelor electrochimice, se recomandă evitarea sudurilor.

Fl. T.

CZ 621. 316.5.064.002.2

Caracteristici constructive ale dispozitivelor moderne de întrerupere la joasă tensiune. [Seegert şi Beck: Elektrie **14** (1960) 12, 429—433].

În articol este arătată în primul rînd, dîndu-se exemple, varietatea de funcţiuni îndeplinite de către diferitele categorii de întreruptoare automate, pentru a fi descrise apoi două grupe principale construite în R.D.G.

Privitor la întreruptoarele de putere se prezintă o scurtă evoluţie a prescripţiilor VDE corespunzătoare, după care sînt indicate condiţiile actuale mai principale ale IEC puse unor astfel de întreruptoare: întreruperea curenţilor de scurtcircuit, dimensiuni reduse, posibilitatea de înlocuire a pieselor etc. Apoi sînt date şi soluţiile pentru îndeplinirea condiţiilor de mai sus. Urmează detalii constructive ale acestor întreruptoare, subliniindu-se anumite principii respectate la toate modelele. Astfel, de exemplu, un mecanism mai complicat, cum ar fi cel de închidere, este construit în aşa fel şi uns cu astfel de unsori moderne (sulfură de molibden), încît formează un tot separat, care nu necesită nici o îngrijire pe toată durata de funcţionare a aparatului. Partea izolantă a întreruptorului este confecţionată din „Meladur", iar închiderea şi deschiderea se produc instantaneu, independent de cel care deserveşte aparatul. Întreruptorul rezistă la 30 000 de întreruperi. Este descrisă apoi execuţia contactelor (materialul etc.), a sistemului de stingere a arcului, a dispozitivului de declanşare (inclusiv întîrzierea), a releelor magnetice de scurtcircuit, a releelor termice şi a celor de scădere a tensiunii. La sfîrşit se insistă asupra diferitelor feluri de acţionare (manual, cu motor sau cu aer comprimat), care formînd părţi constructive separate pot fi combinate — oricare dintre ele — cu aceste întreruptoare.

Urmează descrierea automatelor pentru comanda şi protecţia motoarelor care în unele cazuri (de exemplu în cazul laminoarelor) lucrează în cele mai grele condiţii. Cu ajutorul unei fotografii şi al unei schiţe principiale este arătat amplasamentul pieselor principale (sistemul magnetic, contactele, dispozitivul de stingere a arcului etc.), cum şi modul de funcţionare a sistemului magnetic, care — datorită unui dispozitiv de frînare şi formei şi mărimii date miezului magnetic — garantează o declanşare sigură şi o durată lungă de funcţionare a aparatului (10^7 declanşări) în cele mai grele condiţii de lucru, cum ar fi în turnătorii, laminoare, fabrici de ciment sau în regiunile tropicale. Se descrie apoi automatul pentru funcţionarea cu curent continuu şi apoi dispozitivul care anunţă în mod automat uzarea contactelor care trebuie schimbate.

C. Gh.

621.317 *Măsurători electrice*

CZ 621.317.333.82 : 621.316.3.027.3

Încercarea aparatelor de curent continuu cu tensiune de şoc sub ploaie artificială [Kazala, F.: Przeg. Elektrotechniczny, **XXXVI** (1960), 7, 304 — 307, 3 fig., 1 tabelă, 8 ref. bibl.].

În standardele poloneze şi străine, în afară de Suedia, încercările aparatelor de înaltă tensiune şi ale transformatoarelor nu prevăd probele izolaţiei în stare umedă la tensiunea de impuls. S-a crezut că influenţa ploilor asupra rigidităţii dielectrice a izolaţiei este minimă şi ca precauţie s-a adoptat o tensiune de garanţie cu 10—15 % mai redusă decît cea de încercare. În medie, influenţa precipitaţiilor se aprecia la circa 5 %. Încercările suedeze realizate cu diferite eclatoare au demonstrat că izolaţia are o rigiditate dielectrică mai mică în condiţii de ploaie decît în stare uscată, rigiditate care variază în funcţie de distanţa electrozilor, de forma eclatorului, de polaritatea şocului şi de felul izolaţiei. Impulsul de polaritate negativă reduce mai mult rigiditatea dielectrică decît cel de polaritate pozitivă. Citeodată se notează şi un spor de rigiditate dielectrică în condiţii de ploaie.

Reducerea rigidităţii dielectrice variază dependent de aparat, de felul golurilor izolatoare în acelaşi aparat şi are o valoare de 5—18,2 %. Din încercările expuse se poate trage concluzia că influenţa ploii artificiale asupra rigidităţii dielectrice a izolaţiei este atît de variată şi de mare încît limita constantă de 5 % nu este admisibilă. Influenţa ploii se manifestă diferit în cazul unei variaţii lente a tensiunii şi a tensiunii de impuls, deci nu se poate stabili un singur coeficient experimental valabil pentru toate aparatele şi felurile de izolaţie, atît la tensiunea de impuls cît şi la cea de frecvenţă industrială. Influenţa ploii asupra rigidităţii dielectrice la tensiune de impuls are o mare importanţă pentru coordonarea izolaţiei interne a aparatelor, deoarece ploaia poate mări rigiditatea la străpungere a izolaţiei puse la pămînt şi în acelaşi timp poate reduce rigiditatea dielectrică a izolaţiei între părţile polului sau între poli.

I. K.

CZ 621.317.715

Galvanometre adaptate [Kaler, H.: Elektrie **14** (1960) 8, 298—299, 4 fig., 2 tab.].

Se prezintă determinarea prin calcul a adaptării optime a unui galvanometru la o sursă dată. Pornind de la condiţia metrologică primordială a cazului limită aperiodic, se arată că puterea de măsură maximă $P_{1max} = \frac{1}{4} P_{sc}$ (P_{sc} = = puterea de scurtcircuit a sursei) poate fi aplicată galvanometrului, cînd printr-o execuţie specială rezistenţa limită a galvanometrului R_a' determinată de parametrii mecanici şi electromagnetici ai galvanometrului, devine egală cu rezistenţa la borne a galvanometrului şi cu rezistenţa internă R_a a sursei echivalente. Abaterea minimă faţă de această adaptare teoretic optimă are loc cînd dintre galvanometrele existente se alege acela a cărui rezistenţă limită R_a' diferă cel mai puţin de rezistenţa internă R_a dată a sursei echivalente. Cazul limită aperiodic se obţine prin rezistenţe în paralel sau în serie. Puterea disipată în ele, care nu contribuie la puterea de măsură, este cu atît mai mică, cu cît R_a' diferă mai puţin de R_a.

S. A.

CZ 621.317.726.083.6

Un dispozitiv de etalonare pentru aparatele de măsură a tensiunii de impuls şi aplicaţiile sale [Fischer, E.: Elektrotechn. Z. (ETZ-A) **82** (1961), 4, 97—102].

Pentru etalonarea aparatelor de măsură utilizate pentru măsurarea valorii de vîrf a şocurilor de tensiune de durată foarte scurtă, s-a proiectat un dispozitiv de etalonare ale cărui proprietăţi sînt examinate. Ca dispozitiv de etalonare serveşte un compensator al tensiunii de şoc, în care, trecînd printr-o diodă, o tensiune continuă este comparată cu valoarea de vîrf a tensiunii de şoc, depăşirea tensiunii continue de către vîrful tensiunii de şoc servind ca indicaţie. Precizia dispozitivului de etalonare depinde în mare măsură de precizia aparatelor de măsură utilizate pentru tensiunea continuă şi pentru tensiunea de încărcare a generatorului de şoc. Cu aparatul de etalonare construit s-au înregistrat erori de 0,4 % faţă de valoarea măsuruată, în care se include şi eroarea instrumentului folosit.

I. Gh.

621.318 *Aplicaţii ale magnetismului*

CZ 621. 318.22 : 538.652

Magnetostricţiunea în oţel [Whitaker, J. D.: Electr. Tms. **137** (1960), 3566, 675—677, 6 fig., 6 ref.].

Magnetostricţiunea este folosită în electronică pentru traductoare mecanice, dar în transformatoarele de putere nu este dorită, deoarece produce zgomot. Zgomotul este produs şi prin transferul fluxului magnetic de la tolă la tolă punîndu-le pe acestea în vibraţie. Acest transfer există la miezuri de orice formă din cauza neuniformităţii materialului. Oţelul cu 6 % Si nu prezintă efect magnetostrictiv, dar este prea fragil pentru utilizări obişnuite. Pentru materialele cu proprietăţi uniforme, magnetizarea tolelor separate produce o alungire uniformă egală cu suma mişcărilor cristalelor individuale. Pentru materialele neuniforme vor rezulta deformări

datorită alungirii diferite a cristalelor pe întreaga suprafaţă. S-a cercetat experimental variaţia magnetostricţiunii pe foi mari de oţel. Pentru cercetare s-a folosit o metodă combinată pneumatică şi electrică. Un dreptunghi de epruvete este asamblat astfel încît epruveta Epstein să poată rămîne pe un pat plat izolat, dar cu un cap fixat. Circuitul magnetic este completat de trei juguri bobinate, fiecare avînd de patru ori secţiunea epruvetei. Densitatea fluxului în tablă a fost evaluată din măsurătorile făcute într-o bobină sondă dispusă solidar cu patul izolat. Capătul liber al epruvetei depăşeşte puţin suportul. Excitată cu 50 Hz epruveta va vibra de 100 ori/s, producînd o variaţie a capacităţii între ea şi un electrod izolat. Această capacitate este conectată la ultramicrometrul electronic (oscilator Hartley cu cuplaj electronic cu heptodă). Cele două circuite ale tubului sînt acordate pe 10 MHz pentru a putea fi sensibile la o variaţie de capacitate de 0,008 pF. În tub se produce o variaţie liniară a curentului anodic la o variaţie corespunzătoare a frecvenţei. Citirile se fac pe un oscilograf. Variaţia capacităţii se obţine prin suflarea epruvetei cu un curent de aer reproductibil. Construcţia aparatului trebuie să-l facă insensibil la alte vibraţii parazite. Tensiunile de alimentare trebuie să fie constante. Tolele au fost tratate înainte de măsurătoare. Magnetostricţiunea este mai mare pentru materialul cu pierderi mai mari. Epruvetele atacate cu acid arată o concordanţă între mărimea cristalelor şi distribuţia magnetostricţiunii; structura cristalină a materialului cu pierderi reduse este uniformă şi cu particule mari, iar materialul cu pierderi mari are particule mici. Se menţionează că rezultatele nu sînt neapărat generalizabile, însă creşterea uniformităţii permeabilităţii şi magnetostricţiunii ar putea duce la un echipament electric silenţios.

A. S.

CZ 621.318.22 : 621.314.2.017.3

Cercetări asupra incluziunilor nemetalice în tablele de transformator şi influenţa lor asupra pierderilor de magnetizare [Pavlek F., Leeger, D.: Arch. Eisenhüttenwesen **31** (1960) 8, 485-490, 12 fig., 2 tabl., 14 ref.].

S-a cercetat corelaţia dintre incluziunile nemetalice şi proprietăţile magnetice ale tablelor de transformator obişnuite cu 3 la 4,5 % Si. În acest scop incluziunile au fost izolate pe cale chimică. Pe baza îmbunătăţirii caracteristicilor magnetice prin tratarea termică în vid şi a micşorării concomitente a incluziunilor s-au putut trage concluzii asupra influenţei diferitelor componenţe asupra proprietăţilor magnetice ale tablelor cercetate. După rezultatele existente ale cercetărilor, îmbunătăţirea proprietăţilor magnetice realizată prin tratarea termică în vid se datoreşte înlăturării precipitatelor de nitruri. Au fost observate nitruri ale aluminiului, siliciului şi titanului. S-a mai stabilit că tablele cu forţa coercitivă maximă şi cu pierderile de magnetizare maxime conţin nitrură de aluminiu. S-a constatat, în conformitate cu teoriile lui M. Kersten şi L. Néel, o proporţionalitate între forţa coercitivă H_c şi proprietăţile în volum ale precipitatelor de nitrură de aluminiu. O cantitate de nitrură de aluminiu de 0,04 % în procent de greutate a produs o forţă coercitivă de 0,6 Oè, care a fost redusă la 0,2 Oè prin îndepărtarea particulelor de nitrură de aluminiu în cursul tratamentului termic în vid. Acest proces a fost însoţit la inducţia maximă 10kG de o micşorare a pierderilor de histerezis de la 1 la 0,5 W/kg şi de o scădere a pierderilor totale de la 1,3 la 0,8 W/kg. Efectul negativ al aluminiului asupra proprietăţilor magnetice ale tablelor de transformator se datoreşte, deci, mai puţin incluziunilor de oxid de aluminiu, cît precipitatelor de nitrură de aluminiu. Faptul că pînă acum nu s-a găsit nitrură de aluminiu în tablele de ferosiliciu s-ar datora distrugerii nitrurii de aluminiu în cursul procedeului de clorare pentru determinarea incluziunilor de oxid. Pentru analizele reziduurilor făcute în cadrul prezentei lucrări nu s-a folosit însă clorarea incluziunilor. Influenţa observată a precipitatelor de nitrură de siliciu a fost mai redusă, probabil din cauza extinderii spaţiale mult mai mari a diferitelor incluziuni în formă de ace, în comparaţie cu precipitatele de nitrură de aluminiu. Nu se poate preciza nimic asupra influenţei cantitative a nitrurii de titan, căci a fost găsită numai în cantităţi reduse sau împreună cu alte nitruri. În table cu un conţinut de peste 4 % Si, pe lîngă nitruri, a fost găsit şi grafit precipitat, care însă din cauza poziţiei sale dense, în numai cîteva locuri ale structurii, nu exercită vreo influenţă importantă asupra proprietăţilor magnetice.

S. A.

621.357 *Electrochimie*

CZ 621.357.75 : 621.315.5

Contribuţie la metoda obţinerii firelor subţiri prin subţiere electrolitică [Solé J.: Rev. Gén. Electr. **69** (1960), 37—55, 18 fig., 5 tabele, 10 ref. bibl.].

Se arată rezultatele la care se poate ajunge prin procedeul polizării electrolitice pentru obţinerea firelor şi a panglicilor metalice foarte subţiri. După o expunere asupra dispozitivelor deja propuse în acest domeniu, se studiază un ansamblu original, care permite să se subţieze pe cale electrolitică fire metalice pînă la diametre de cîţiva microni. Acest ansamblu comportă: dispozitivul mecanic de antrenare foarte redus; dispozitivul de tratare compus din celula electrolitică, circuitul de spălare şi circuitul electric de alimentare; comanda automată; dispozitivul de măsură.

Urmează un studiu al firului în curs de subţiere în cazul cînd toate punctele suprafeţei sale sînt la acelaşi potenţial şi se precizează relaţia care există între subţiere, starea suprafeţei şi secţiunea firului. În fine se expune o metodă electromagnetică de control al firelor din materiale feromagnetice în timpul subţierii.

H. A.

621.375 *Amplificatoare*

CZ 621.374.3 : 621.318.423

Amplificator magnetic reversibil de curent continuu cu randament ridicat. [Kossov, O. A., Manychin E. A.: Avtomatika i Telemechanika, **22** (1961) 2, 231—237].

Se consideră un amplificator magnetic cu ieşirea reversibilă de curent continuu, cu randament ridicat, asigurat prin conectarea unor transistoare lucrînd în regim de releu. Se arată că amplificatorul poate fi utilizat pentru o sarcină rezistiv-inductivă.

Se analizează particularităţile amplificatorului magnetic şi ale regimului de lucru basculant al tranzistoarelor din schemă. Se deduc relaţii de proiectare simplificate şi se indică rezultatele experimentale obţinute cu un montaj proiectat pe baza acestor relaţii.

I. Gh.

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. Pl. Andronescu, prof. dr. ing. I. S. Antoniu, prof. dr. ing. A. Avramescu, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. Bunea, laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. Corlăteanu, ing. Şt. Grosu, conf. ing. Gh. Hortopan, laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. Lazaride, prof. dr. ing. R. Rădulet, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini. Editor: Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia şi Administraţia: Bucureşti, Str. Ion Ghica, nr. 3. Telefon 13 57 28—14 06 24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît şi privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30. Preţul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor ASIT, precum şi la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin, Bucureşti. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2. — c. 3706

SOMMAIRE

CD 621.3 : 062.3(100)

Răduleț R. : **La réunion d'Interlaken de la Comission Electrotechnique Internationale — 18—30 juillet 1960.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 341—346

DC 621.3.064.3

Hortopan Gh., Marinescu I. : **Station pour essais directs sur le réseau de haute tension**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 346—350

En vue d'améliorer continuellement la qualité de l'équipement électrotechnique, on a construit et outillé à Brașov une station pour essais directs sur le réseau, au moyen de laquelle on peut vérifier la stabilité thermique et dynamique des transformateurs de distribution de 6/0,4 kv, des transformateurs de courants, des bobines à réactance, de même que la capacité de fermeture et d'ouverture des interrupteurs et des séparateurs de charge et, enfin, la capacité de rupture des fusibles de 6 kV. En plus du circuit principal, la station possède un commutateur programmateur, un pupitre de commande et de signalisation, un oscillographe à boucles et un oscillographe cathodique à balayage mécanique. Les courants sont mesurés à l'aide des shunts et les tensions à l'aide des transformateurs de tensions et d'un diviseur de tension. En guise de contracteur synchrone, on emploie un IUP à inverseur. Les premiers essais entrepris dans le station, pour vérifier la stabilité thermique et dynamique du transformateur de 1 000 kVA 6/0,4 kV, ont démontré l'utilité de la station

---

CD 621.372.4 : 518.5

Marinescu I., Tătaru N., et *Popov M.* : **Utilisation du calculateur analogique pour la solution des circuits à trois et à quatre accumulateurs d'énergie.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 351—357

Lorqu'on essaie les fusibles de haute tension à la puissance de rupture par la méthode synthétique, le circuit oscillant est tenu de reproduire les phases de l'interruption du courant de court-circuit sur le réseau. Dans les conditions imposées on a établi un circuit adéquat composé de quatre accumulateurs d'énergie. Pour trouver rapidement la meilleure solution, on a mis au profit le calculateur analogique, en utilisant huit amplificateurs opérationels. On a obtenu des solutions variées (courant sur diverses branches ou tensions entre divers points du circuit) à une précision de 1%.

DC 621.316.11 : 518.5

Groza L., Bogdan M., Ungureanu B. : **Utilisation des machines électroniques numériques à calculer pour la solution des problèmes de réseaux électriques.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 358—366

L'article offre une présentation générale des résultats obtenus jusqu'à présent grâce à l'utilisation, pour les calculs de réseaux électriques, d'un type de machine universelle à dimensions réduites, construite dans la R.P.R., à l'Institut de Physique Atomique.

On montre les progrès réalisés dans l'analyse des régimes dynamiques des systèmes énergetiques (stabilité dynamique, période de lancement etc), de même que dans quelques cas d'application de l'analyse graphique Dimo, pour l'étude simultanée de plusieurs noeuds d'un réseau.

DC 621 . 316.5.066.6

Fugaru C., Barbu I. : **La technologie des contacts concrétionnés utilisés à l'appareillage de basse tensions.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 367—372

On décrit la préparation des poudres métalocéramiques d'argent, nickel, oxyde de cadmium, aussi bien que le pressage et la concretionnement des contacts fabriqués à base de ces poudres. Les contacts étudiés trouvent des applications dans le domaine des appareills de basse tension, en tant que démarreurs et contacteurs qui fonctionnent en régime dur. Les auteurs rendent publiques les résultats d'une série d'essais à l'usure des contacts élaborés.

CONTENTS

DC 621.3 · 062.3 (100)

Răduleț R. : **The meeting of the International Electrotechnical Commission held at Interlaken from July 18 to July 30 1961.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 341—346

DC 621.3.064.3

Hortopan Gh., Marinescu I. : **A station for direct tests in the high tension network.**

Electrotehnica 9 (1961) 10, 346—350

A station for direct tests in the network has been built and equipped in Brașov, with the object of continuously improving the electrotechnical equipment. This station provides the possibility of checking the thermic and dynamic stability of distribution transformers of 6/0,4 kV, current transformers, reactance bobbins, closing and opening capacity of switches and charge separators as well as the breaking strength of 6 kV electric cut-outs. This station is designed (besides the main curent) with a program commutator, a switch signalling desk, a loop oscillograph and a cathodic oscillograph with mechanical deflection. The currents are measured by means of shunts and the tensions by means of tension transformers and tension dividers. An inversed IUP acts as a synchronous contactor. The first tests carried out in order to check the thermic and dynamic stability of the 1 000 kVA 6/0,4 kV transformer have proved the utility of this station.

DC 621.372.4 : 518.5

Marinescu I., Tătaru N., Popov M. : **The employment of the analogical computer to solve the circuits with three and four energy accumulators.**

Electrotehnica, 9 (1961) 10, 351—357

When testing the high tension cut-outs for the breaking strength by means of the synthetic method, the oscillatory circuit must reproduce the interruption phases of the short circuit current in the network. Under the imposed conditions, an adequate oscillatory circuit involving four energy accumulators has been established. In order to rapidly find the optimum solution, an analogical computer has been used, toghether with 8 operational amplifiers. Different solutions have been obtained (current in various branches or tensions between the different points of the circuit) with an accuracy of 1 %.

DC 621.316.11 : 518.5

Groza L., Bogan M., Ungureanu B. : **The utilization of digital electronic computers for the solution of problems connected with electric networks.**

Electrotehnica, 9 (1961) 10, 358—366

A general view is given of the results obtained as yet from using a new small type of universal machine (built in the R.P.R., at the Institute for Nuclear Physics) to perform electric network calculus. The authors point out the advances achieved in the analysis of the dynamic regimes of power systems (dynamic stability, launching time, etc.) and in some cases of application of the Dimo graphic analysis for the simultaneous study of several knots in a network.

DC 621.316.5.066.6

Fugaru C., Barbu I. : **The technology of sintering contacts used in low tension apparatus.**

Electrotehnica, 9 (1961) 10, 367—372

The preparation of metallo-ceramic powders from silver, nickel, and cadmium oxide is described as well as the pressing and sintering of contacts made of these powders. The contacts studied can be used as starters and contactors in low tension apparatus working under high stress conditions The results are given of wear and tear tests carried out with these contacts.

TITLURI DOCUMENTARE

621.3 ELECTROTEHNICA GENERALĂ

CZ 621.3.015.532 : 621.315.1 : 621.396.82

Kafieva, Ia. K. :

Studiul perturbaţiilor datorite efectului corona al liniilor electrice.

Elektricestvo **80** (1960) 12, 28—34, 6 fig., 2 tabl., 7 ref.

CZ 621.3.0722 : 538.551.25

Sukazov, A. E. :

Despre posibilitatea reducerii pierderilor în circuitul magnetic al stabilizatorului de tensiune cu performanţă, de mare putere.

Elektricestvo **81** (1961) 1, 39—41, 4 fig., 3 ref.

621.313 MAŞINI ELECTRICE

CZ 621.313.2.013.8

Vegner, O. G. :

Perfecţionarea sistemului de excitaţie a polilor auxiliari la maşinile de curent continuu.

Elektricestvo **61** (1960) 10, 59—62, 4 fig.

CZ 621.313.226.041.34

Harris, S. W. :

Compensarea motoarelor de curent continuu pentru obţinerea unui răspuns rapid.

Control Engng. **7** (1960) 10, 115—118, 7 fig., 1 tabl., 4 ref.

CZ 621.313.32.013.8 : 621.314.63

Cihikvadze, I. Iu. şi *Saakov, V. I.* :

Motor sincron de mică putere cu excitaţie de la un redresor cu semiconductori.

Elektricestvo **81** (1961) 2, 45—48, 6 fig.

621.314.2 TRANSFORMATOARE

CZ 621.314.12

Savastano, A. :

Transformatoarele de măsurat de curent continuu.

Elektrotechn. *XLVII* (1960) 9, (10 sept.), 630—642, 13 fig., 3 tab., 18 ref.

CZ 621.314.2.015.51

Sapopnikov, A. V., Frid. C. E. :

Rezistenţa la impuls a transformatoarelor de forţă.

Vestnik Elektropromîşlennosti **32** (1961) 3, 12—19, 9 fig., 2 ref.

CZ 621.314.2.017 : 621.318.322

Skala, M. :

Comparaţie între pierderile transformatoarelor cu tole laminate la cald şi cele ale transformatoarelor cu tole cu cristale orientate.

Elektrotechnik (R.S.C.) *XV* (1960) 11, 347—349, 4 fig., 2 tab., 2 ref.

CZ 621.314.2.042

Sirote, M. I. :

Transformatoare de curent cu miez de oţel întrerupt.

Elektricestvo **81** (1961) 1, 56—61, 6 fig., 10 ref.

CZ 621.314.222 : 621—53

Ribcenko, F. P. :

Regimurile de funcţionare ale transformatoarelor legate în serie cu diferite valori ale raportului de transformatoare.

Elektricestvo **81** (1961) 2, 55—61, 5 fig.

CZ 621.314.222.027.3/7 : 621.316.052

Lizunov, D. S. :

Transmiterea capacitivă a tensiunilor în formă de impuls la transformatoarele cu racordul la mijlocul bobinajului de înaltă tensiune.

Elektricestvo **81** (1961) 2, 62—67, 8 fig., 4 ref.

621.314.63 REDRESOARE USCATE

CZ 621.314.63 : 621.315.592

Laffay, P. :

Redresoare cu seleniu şi diode cu siliciu.

Radio u. Fernsehen **9** (1960) 19, 611—612, 3 fig.

CZ 621.314.63.012

Kramar, J. :

Caracteristicile şi suprasarcina admisibilă a redresoarelor cu germaniu pentru curenţi tari.

Elektrotechn. obz. **49** (1960) 9, 449—454.

CZ 621.314.634

Krockzek, J. :

Îmbătrînirea redresoarelor cu seleniu, cu strat de baraj artificial.

Elektrotechn. obz. **49** (1960) 10, 516—520, 6 fig., 9 ref.

621.315.6 MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.616.96

Molatkov, R. V. :

Influenţa adaosurilor asupra proprietăţilor materialelor izolante turnate.

Vestn. elektropromîşlennost **31** (1960) 10 (oct.) 41—45, 1 fig., 2 tab., 5 ref.

CZ 621.315.616.96 : 678.743

Kardoş, G. :

Materiale pentru industria electrotehnică fabricate din policlorură de vinil prin emulsionare sau din polietilenă.

Elektrotechnika (R.P.U.) **53** (1960) 10, 492—503, 7 fig., 3 tab.

621.316.5/9 APARATAJ ELECTRIC

CZ 621.316.5.001.4 : 644.19

Încercarea şi sortarea automată a întreruptoarelor pentru aparate electromecanice.

Automat. Progr. (Anglia) **5** (1960) 10, 346—348, 4 fig.

CZ 621.316.7

Szyszka, M. :

Sisteme de reglare cu două poziţii pentru mărimi electrice prevăzute cu dispozitiv electronic de palpare şi amplificator cu transistoare.

Elinwerktechnik **64** (1960) 10, 369—373, 13 fig.

CZ 621.316.93

Prinz, H. :

Protecţia generatoarelor şi transformatoarelor împotriva supratensiunilor.

Maschinenschaden **33** (1960) 9/10, 157—166, 31 fig., 7 ref.

CZ 621.316.93 : 015.3

Greve, W. — Arent :

Protecţia reţelelor de joasă tensiune împotriva supratensiunilor.

ASEA — Rev. **82** (1960) 5, 125—129, 3 fig.

CZ 621.316.933.064

Yuzo Ozaki :

Studiul caracteristicilor de regenerare dielectrice asupra eclatoarelor de paratrăsnete.

Electrotechnical J. Japan **5** (1960) 3/4, 94—97, 5 fig., 2 tab.

621.317 MĂSURĂTORI ELECTRICE

CZ 621.317.335.022

Franzl, M. :

Măsurarea capacităţii şi a unghiului de pierderi în instalaţiile de curenţi tari.

Elektrotechn. obz., R.S.C. **49** (1960) 9, 460 — 463, 5 fig. 4 ref.

CZ 621.317.727.1 : 621.317.333.82

Berger, K. :

Cunoştinţe noi despre comportarea şi încercarea divizoarelor de tensiune pentru măsurarea tensiunilor de şoc foarte înalte cu variaţie rapidă.

Bull.ASE **51** (1960) 16, 769—782, 33 fig., 5 tab., 10 ref.

CZ 621.317.755

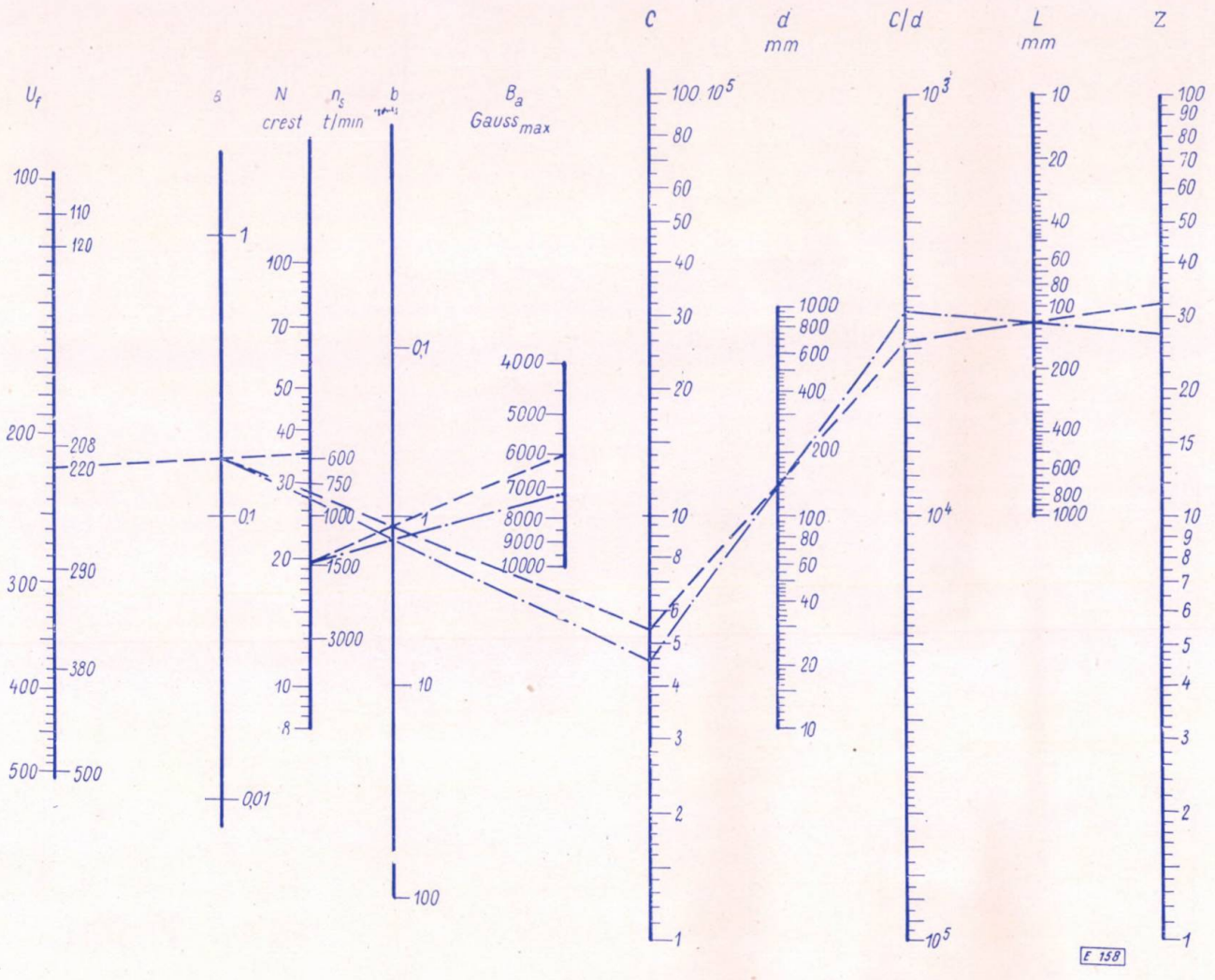
Pudollek, N. :

Aparat cu extensie de timp folosit ca adaptor la osciloscraful catodic.

Radio u. Fernsehen, **9** (1960) 18, 580—581, 2 fig.

Calculul numărului de conductoare pe crestătură la motoare asincrone trifazate

După A. SCHMALZ * de dr. ing. A. AVRAMESCU



Numărul de conductoare pe crestătură

$$Z = \frac{0{,}95 \cdot U\sqrt{2} \cdot 10^8\, 60 \cdot 3}{0{,}96 \cdot B_a \cdot \pi d \cdot l \cdot n_s \cdot N} = \frac{B \cdot 10^{11} U}{B_a \cdot n_s N} \cdot \frac{1}{d \cdot l} = \frac{C}{d \cdot}.$$

Notații: U_f — tensiune fază, V; B_a — inducție în aer, G; d — diametrul interior stator, mm; l — lungime fier, mm; n_s — turație sincronă/min; N — numărul crestături. $C = \dfrac{8' \cdot 10^{11} U}{B_a\, n_s\, N}$; 0,95: factor $\Delta U = 0{,}05$; 0,96: factor înfășurare pentru pas diametral (pentru pas scurtat coeficientul se schimbă).

Condiții:

Bobinaj serie. La bobine în paralel $Z_p = Z\, n_p$; n_p — numărul de grupe paralele.

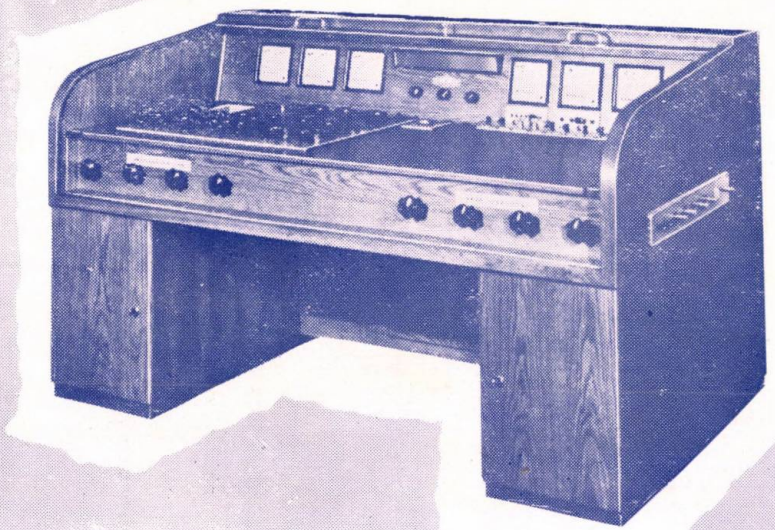
Exemple:

d — 140 mm; l — 120 mm; N — 36 crest.; U_f — 220 V; n_s — 1 500 t/min; B_a — 6 000 G; Cs — 5,44; Z — 32,4; cu Z_1 — 27; B_a — 7 200 Gm.

---

* Dtsch. Elektrotechn. **7** (1953) 9, 460–462.

EKM



Pupitru compensator tip YKA

Compensatorul cu trei circuite de curent ale dispozitivului de măsurare se pretează la măsurarea de înaltă precizie a tensiunilor şi curenţilor continui, precum şi la etalonarea şi controlul instrumentelor şi etaloanelor folosite în laborator.

Galvanometru montat	$4 - 5 \times 10^{-9}$ A.
Rezistenţa interioară	50 — 55 Ω.

Un dispozitiv de măsurat indispensabil laboratoarelor şi institutelor de cercetări.

Limite de măsurare:

La măsurarea tensiunilor	de la 1 μV pînă la 1611,11 mV.
La măsurarea tensiunilor cu divizor de tensiune	pînă la maximum 610 V.
La măsurarea curenţilor	pînă la maximum 100 A.

Montat într-o masă din lemn de esenţă tare închisă cu oblon.

Dimensiuni: 1800 × 1100 × 1000 mm.

Exportă:

METRIMPEX

ÎNTREPRINDEREA UNGARĂ PENTRU COMERŢUL EXTERIOR DE PRODUSE ALE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa poştală: BUDAPESTA 62. CĂSUŢA POŞTALĂ 202 UNGARIA

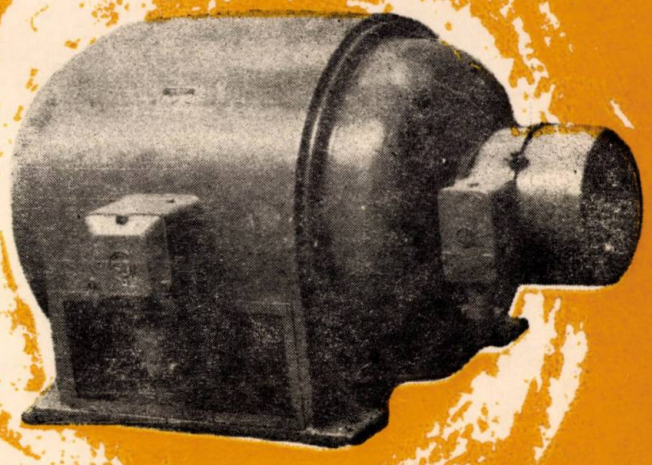
Adresa telegrafică: INSTRUMENT Budapesta.

METRIMPEX M BUDAPEST

Silicagel

SiO_2 AMORF

Mijloc ideal de uscare și conservare

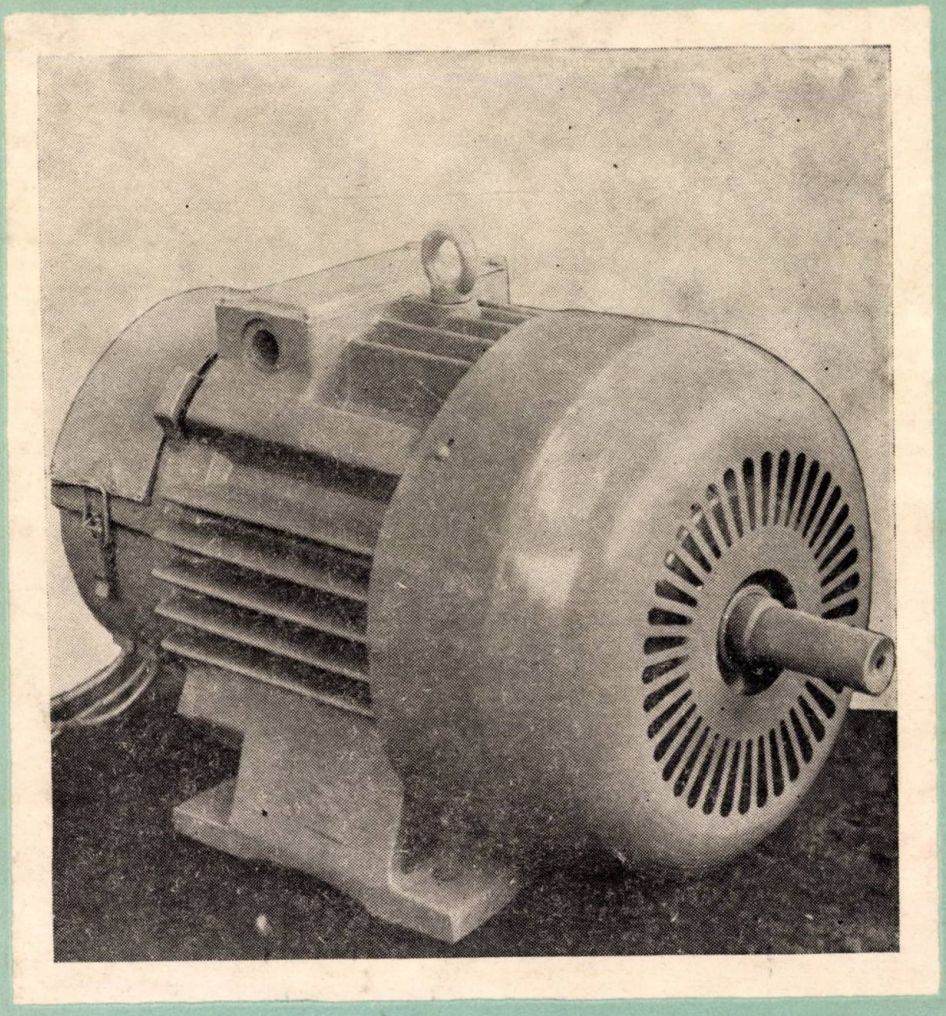


Pentru orice fel de materiale

Mașini și aparate de precizie,
Textile, Pielărie, Alimente etc.
Expuse degradării prin umezeală
Apără de rugină, mucegăire, putrezire
și alte efecte dăunătoare
provocate de umiditate.
Se poate regenera ușor prin simpla încălzire fără pierdere.

UPSOM

PRODUS AL UZINELOR DE PRODUSE SODICE OCNA MUREȘ



L. P. 2, c. 3706

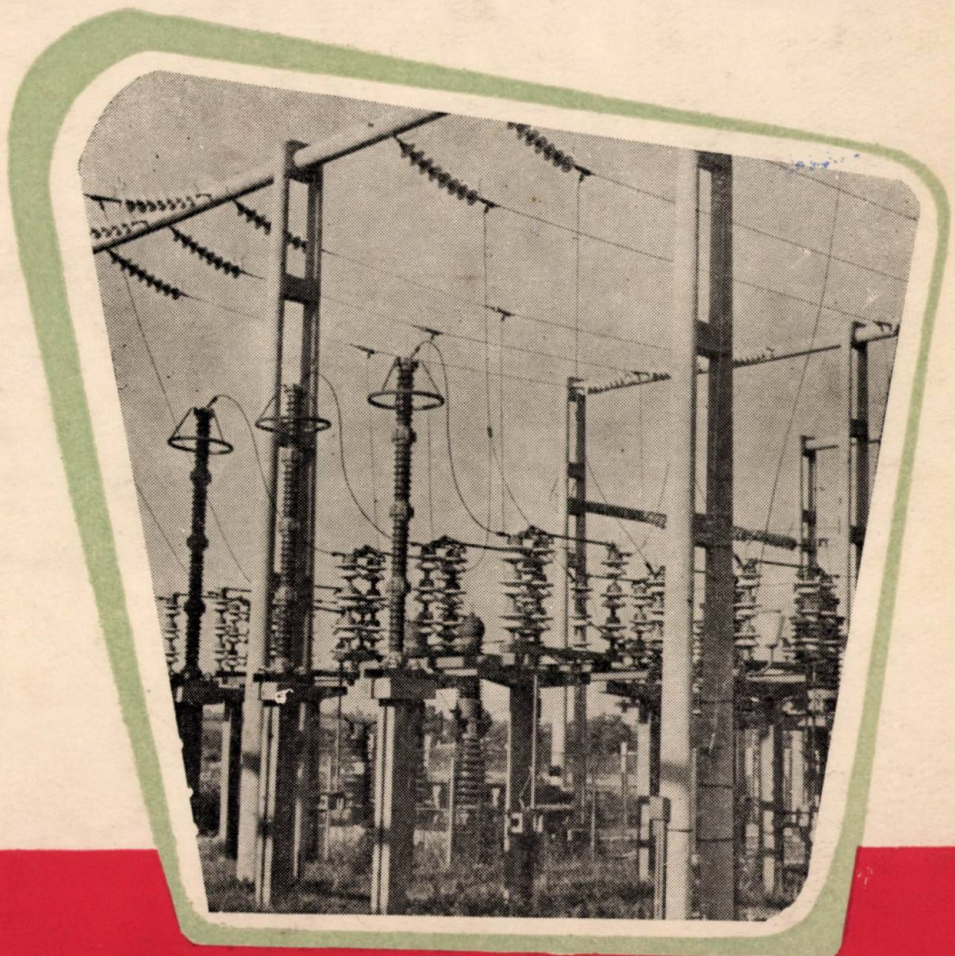
E 2040

R

REFERALVA

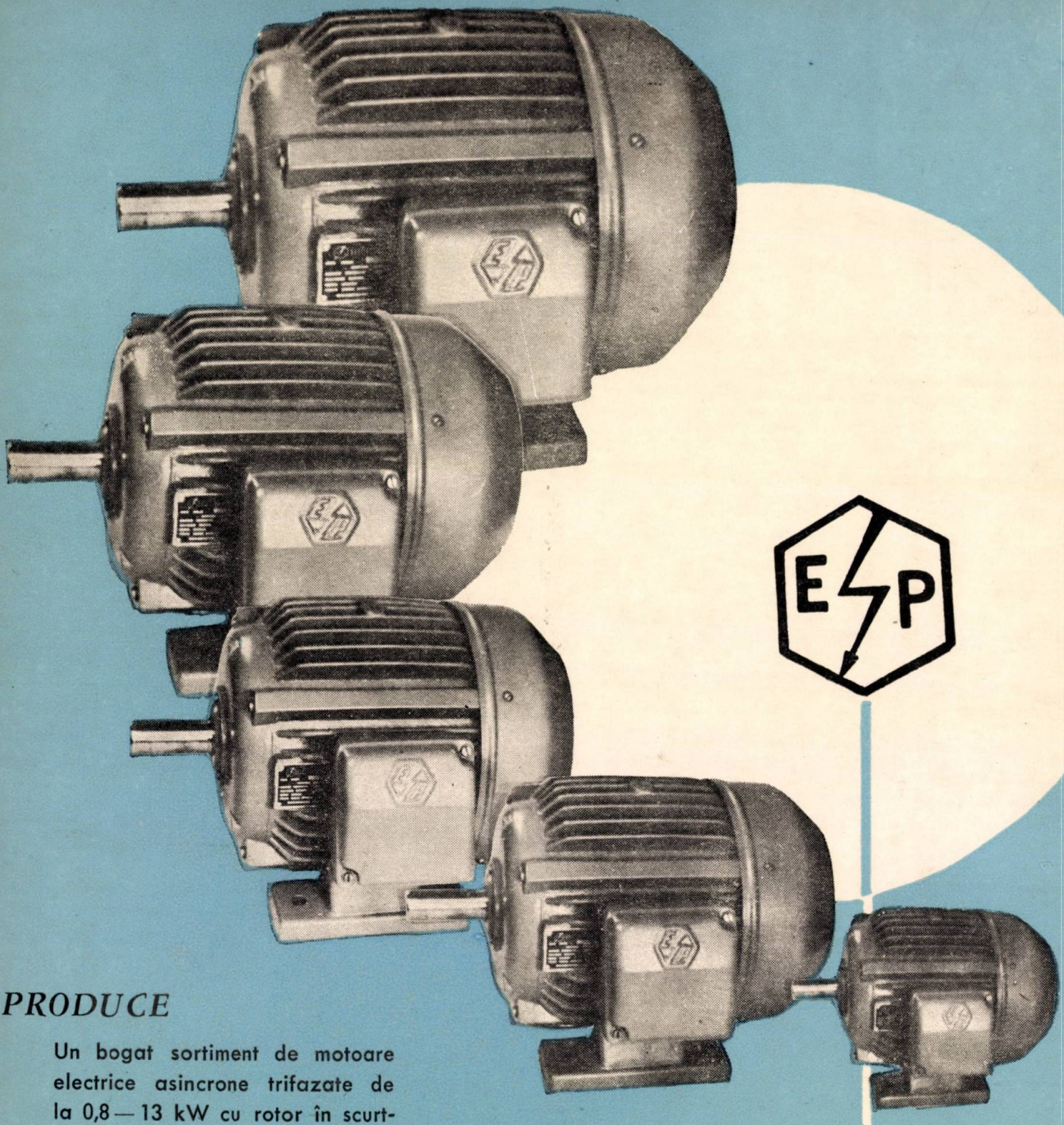
KAT

ELECTROTEHNICA



11

Electrotehnica — București ★ Anul 9 ★ nr. 11 ★ p. 381 — 416 ★ noiembrie 1961



PRODUCE

Un bogat sortiment de motoare electrice asincrone trifazate de la 0,8 — 13 kW cu rotor în scurt-circuit, cu turație de la 1 000 — 3 000 rot/min. Motoarele sînt executate în clasa E de izolație, protecție P_{33}, caracterizate prin indici energetici ridicați ca randament, factor de putere și caracteristici de pornire superioare. Se utilizează în toate ramurile industriei: antrenarea mașinilor-unelte, pompe, ventilatoare etc.

UZINA

ELECTROPRECIZIE

Oficiul raional — Săcele Reg. Brașov — Telefon 45.54

MŰSZAKI KÖNYVTÁR-ORSZÁGOS 1883

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 11 noiembrie 1961

CUPRINS

CZ 621.314.2.001.57

Hortopan, Gh. **Modelul geometric şi electromagnetic al transformatorului (II).**

Electrotehnica 9 (1961) 11, 381–386

Se expun bazele teoretice ale modelării transformatorului, în scopul determinării repartiţiei cîmpului electric la aplicarea undei de impuls. Se stabilesc relaţiile de similitudine pentru modelul geometric, plecînd de la ecuaţiile lui Maxwell, şi apoi relaţiile de similitudine ale modelului electromagnetic, plecînd de la ecuaţia diferenţială a oscilaţiei fluxului magnetic într-o bobină cu un strat, relaţie stabilită de Veverka. Într-o tabelă se sistematizează coeficienţii de proporţionalitate pentru uzul lor în practică.

CZ 621.3.064.3 : 621.316.5.7.027.25

Pesici, M şi *Barbu, I.* : **Staţia de încercări de joasă tensiune a Institutului de cercetări electrotehnice.**

Electrotehnica 9 (1961) 11, 386–395

Se prezintă schema de conexiuni, construcţia şi funcţionarea părţilor principale ale staţiei de încercare la puterea de rupere în joasă tensiune, construită integral şi pusă recent în funcţiune la ICET (Institutul de cercetări electrotehnice). Se dau cîteva calcule de dimensionare şi se descriu pe scurt primele serii de încercări ale aparatajului de conectare.

CZ 621.317.734 : 621.3.028.2

Popov, V. S. : **Utilizarea rezistenţelor cu încălzire indirectă în tehnica măsurărilor electrice.**

Electrotehnica 9 (1961) 11, 395–400

În articol se arată avantajele rezistenţelor metalice cu încălzire indirectă ; se prezintă domeniile de utilizare a acestor rezistenţe şi se analizează cele mai importante aplicaţii. Se prezintă metodele de măsurare a puterii active cu ajutorul rezistenţelor cu încălzire indirectă.

CZ 621.316.57.027.8.002.2

Stanciu, V. şi *Bálazs Máthé* : **Probleme actuale ale construcţiei şi fabricaţiei întreruptoarelor de înaltă tensiune în ţara noastră.**

Electrotehnica 9 (1961) 11, 401–406

Articolul cuprinde concluziile unui studiu întreprins de Uzinele „Electroputere"-Craiova, privind orientarea actuală a principalelor firme electrotehnice străine în domeniul construcţiei şi fabricaţiei întreruptoarelor de înaltă tensiune. De asemenea, în articol se prezintă cele mai acute probleme ale construcţiei, fabricaţiei şi exploatării întreruptoarelor de medie şi de înaltă tensiune, indicînd căile cele mai raţionale pentru soluţionarea lor.

NOTĂ

CZ 538.632 : 621.3.08.78

Fränkel, D. : **Despre o compensare a neechipotenţialităţii contactelor Hall.**

Electrotehnica 9 (1961) 11, 407

DOCUMENTARE, 408–415

BREVETE. 416

Fotografia de pe coperta I reprezintă o stație de transformare de 110 kW – Craiova, alimentată de Centrala Paroșeni, iar fotografia de pe coperta IV reprezintă o turbo suflantă C. M. Reșița tip AK–1300.

MŰSZAKI EGYETEM KÖNYVTÁR-ORSZÁGOS 1883

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 11 București, noiembrie 1961

Modelul geometric și electromagnetic al transformatorului (II)

Gh Hortopan* — București

Modelarea transformatoarelor în scopul repartiției cîmpului electric la aplicarea undei de impuls este o metodă intuitivă și directă. Importanță practică are modelul electromagnetic combinat, care oferă posibilitatea de a determina repartiția cîmpului electric, folosind mijloace materiale accesibile.

CZ 621.314.2.001.57

În prima parte a lucrării ** s-a considerat capacitatea și inductivitatea uniform repartizate de-a lungul înfășurării, ceea ce este teoretic corect numai dacă lungimea înfășurării ar fi infinită. În realitate, lungimea bobinei de transformator este finită, iar diametrul este de același ordin de mărime cu lungimea și, din această cauză, capacitatea și inductivitatea nu sînt uniform repartizate. La o astfel de bobină inductivitatea de-a lungul înfășurării variază apreciabil, ținînd seama că inductivitatea cumulată a unei spire rezultă din inductivitatea proprie, la care se adaugă inductivitățile mutuale multiple ale tuturor spirelor aflate pe coloana transformatorului. Rezultă că spre centrul coloanei inductivitatea este cea mai mare, iar la extremități este cea mai mică. De asemenea, capacitățile transversală C și longitudinală K au valori diferite de-a lungul bobinei, ținînd seama că bobinele de capăt au spire mai puține și izolație mai groasă și că, pentru uniformizarea cîmpului electric, în construcția transformatoarelor se introduc ecrane.

Rezolvarea problemei privind repartiția cîmpului electric de-a lungul bobinei, în condiții de încercare și exploatare ale transformatorului, extrem de variate — cum sînt : încercarea cu undă plină, încercarea cu undă tăiată, repartiția între galeți, între fiecare punct al înfășurării și masă, între ploturile comutatorului de prize, considerarea pătrunderii undei de supratensiune, la autotransformatoare, fie pe partea reglată fie pe partea nereglată ș.a. — constituie o necesitate pentru proiectantul de transformatoare. Scopul urmărit este simplu : dimensionarea economică a izolațiilor și deci reducerea prețului de cost al întregului transformator, asigurînd totodată condiții pentru o funcționare sigură în exploatare.

În condițiile menționate, rezolvarea problemei în mod riguros pe cale de calcul analitic nu este încă dată. Din această cauză se recurge la calculul cu ajutorul mașinilor numerice și analogice [1], [2], cu ajutorul cărora problema se rezolvă în două etape :

— *Etapa* 1 : determinarea, cu ajutorul mașinilor numerice, a coeficienților ecuațiilor simultane integrodiferențiale ale unei scheme de înfășurare, după indicațiile proiectantului. Figura 1 reprezintă o astfel de schemă, în care înfășurarea este limitată demonstrativ la șase elemente, în scopul demonstrării că inductivitatea cumulată a unui element are șase componente. Pentru a obține rezultate satisfăcătoare, la o înfășurare cilindrică cu galeți se folosesc

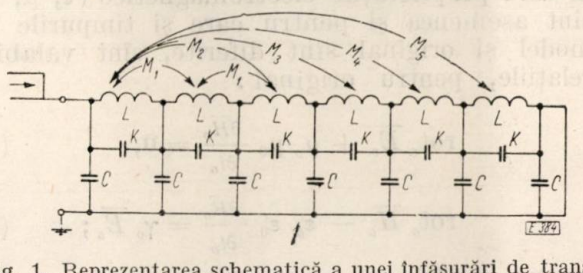


Fig. 1. Reprezentarea schematică a unei înfășurări de transformator prin șase elemente de circuit. O extremitate este conectată la pămînt.

cel puțin 20 elemente de circuit. Mai trebuie menționat că valorile pentru C și K nu sînt, în mod real, identice pentru poziții diferite ale elementelor de circuit.

* Conf. ing. *Gh. Hortopan*, este director tehnic al Institutului de cercetări electrotehnice.

** Electrotehnica nr. 8, 1961.

— *Etapa* 2 : rezolvarea ecuațiilor integro-diferențiale care se scriu pentru fiecare element de circuit în parte cu ajutorul mașinii de calculat analogice. Se obțin aproximații cu atît mai bune, cu cît numărul de elemente de circuit este mai mare.

O rezolvare mai directă și intuitivă se obține folosind modelarea transformatorului la scară redusă. În acest caz, singurele elemente care se calculează după proiect sînt capacitățile-pentru care există relații suficient de bune.

În acest articol se prezintă, pe baza cercetărilor din cadrul ICET, teoria modelării transformatoarelor sub cele două aspecte — modelul geometric și modelul electromagnetic combinat — urmînd ca într-un articol următor să se prezinte rezultatele obținute la modelarea unui autotransformator de 60 MVA, 110kV $\pm$ 20%.

În cadrul CIGRÉ, 1953 [3], s-au dat primele indicații practice relative la realizarea modelelor și la rezultatele care se pot obține cu ajutorul lor. Ulterior au apărut justificări teoretice ale modelării [4], [5] și indicații că această metodă este folosită în mai multe fabrici [6], [7], [8].

Modelul geometric

Teoria modelului geometric de transformator are la bază ecuațiile lui Maxwell :

$$\text{rot}\,\overline{E} + \mu\,\mu_0 \frac{\partial \overline{H}}{\partial t} = 0, \qquad (1)$$

$$\text{rot}\,\overline{H} - \varepsilon\,\varepsilon_0 \frac{\partial \overline{E}}{\partial t} = \gamma\,\overline{E}, \qquad (2)$$

în care :

μ este permitivitatea relativă ;
ε — constanta dielectrică relativă ;
γ — conductivitatea.

Pentru două sisteme geometrice asemenea :
— original, notat cu indicele o,
— model, notat cu indicele m,

la care proprietățile electromagnetice (ε, μ, γ) sînt asemenea și pentru care și timpurile în model și original sînt diferite, sînt valabile relațiile, pentru original :

$$\text{rot}_o\,\overline{E}_o + \mu_o\,\mu_0 \frac{\partial \overline{H}_o}{\partial t_o} = 0, \qquad (3)$$

$$\text{rot}_o\,\overline{H}_o - \varepsilon_o\,\varepsilon_0 \frac{\partial \overline{E}_o}{\partial t_o} = \gamma_o\,\overline{E}_o ; \qquad (4)$$

pentru model :

$$\text{rot}_m\,\overline{E}_m + \mu_m\,\mu_o \frac{\partial \overline{H}_m}{\partial t_m} = 0, \qquad (5)$$

$$\text{rot}_m\,\overline{H}_m - \varepsilon_m\,\varepsilon_0 \frac{\partial \overline{E}_m}{\partial t_m} = \gamma_m\,\overline{E}_m. \qquad (6)$$

În ipoteza că între mărimile din original și model există proporționalitate și că există aceleași condiții la limită pentru ambele sisteme se scrie :

$$x_m = p_l\,x_o ; \quad y_m = p_l\,y_o ; \quad z_m = p_l\,z_o ; \qquad (7)$$

$$\overline{E}_m = p_e\,\overline{E}_o ; \qquad (8)$$

$$\overline{H}_m = p_h\,\overline{H}_o ; \qquad (9)$$

$$\mu_m = p_\mu\,\mu_o ; \qquad (10)$$

$$\varepsilon_m = p_\varepsilon\,\varepsilon_o ; \qquad (11)$$

$$\gamma_m = p_\gamma\,\gamma_o ; \qquad (12)$$

$$t_m = p_t\,t_o. \qquad (13)$$

Cu litera p s-a notat constanta de proporționalitate între mărimile celor două sisteme.

Dacă se exprimă mărimile modelului cu ajutorul relațiilor (7) — (13), relațiile (5) și (6) se transformă în :

$$\frac{p_e}{p_t}\,\text{rot}_o\,\overline{E}_o + \frac{p_\mu\,p_h}{p_t}\,\mu_o\,\mu_0 \frac{\partial \overline{H}_o}{\partial t_o} = 0 ; \qquad (14)$$

$$\frac{p_h}{p_t}\,\text{rot}_o\,\overline{H}_o - \frac{p_\varepsilon\,p_e}{p_t}\,\varepsilon_o\,\varepsilon_0 \frac{\partial \overline{E}_o}{\partial t_0} = p_\gamma\,p_e\,\gamma_o\,\overline{E}_o. \qquad (15)$$

Împărțim relația (14) cu p_e/p_l, iar relația (15) cu p_h/p_l. Relațiile (14) și (15) se scriu astfel :

$$\text{rot}_o\,\overline{E}_o + \frac{p_\mu\,p_h\,p_e}{p_t\,p_e}\,\mu_o\,\mu_0 \frac{\partial \overline{H}_o}{\partial t_o} = 0 ; \qquad (14, \text{a})$$

$$\text{rot}_o\,\overline{H}_o - \frac{p_\varepsilon\,p_e\,p_l}{p_t\,p_h}\,\varepsilon_o\,\varepsilon_0 \frac{\partial \overline{E}_o}{\partial t_o} = \frac{p_\gamma\,p_e\,p_l}{p_h}\,\gamma_o\,\overline{E}_o. \qquad (15, \text{a})$$

Dar, deoarece ecuația (3) trebuie să fie identică cu (14, a), iar ecuația (4) trebuie să fie identică cu (15, a), rezultă :

$$\frac{p_\mu\,p_h\,p_l}{p_t\,p_e} = 1 ; \quad \frac{p_\varepsilon\,p_e\,p_l}{p_t\,p_h} = 1 ; \quad \frac{p_\gamma\,p_e\,p_l}{p_h} = 1. \qquad (16)$$

Din relațiile (16) se obține :

$$p_t = p_e\sqrt{p_\varepsilon\,p_\mu} \quad \text{sau} \quad p_l^2 = p_\mu\,p_\varepsilon\,p_l^2, \qquad (3-17)$$

ceea ce reprezintă relația de similitudine pentru curenții de deplasare, tot așa :

$$\frac{p_h}{p_e} = \sqrt{\frac{p_\varepsilon}{p_\mu}} ; \qquad (18)$$

$$p_\gamma = \frac{1}{p_l}\sqrt{\frac{p_\varepsilon}{p_\mu}} \quad \text{sau} \quad p_t = p_\mu\,p_\gamma\,p_l^2 ; \qquad (3-19)$$

ceea ce reprezintă relația de similitudine pentru curenții de conducție.

Din relația (19) rezultă că dacă se dă raportul lungimilor p_l, celelalte rapoarte — p_γ, p_ε și p_μ — nu mai pot fi alese independent unul de altul. Dacă $p_\gamma = p_\varepsilon = p_\mu = 1$, rezultă că $p_l = 1$, iar modelul și originalul sînt identice,

ceea ce pentru modelare nu are sens. Dacă atît modelul cît și originalul sînt construite din aceleași materiale dielectrice și magnetice ($p_\mu = 1$, $p_\varepsilon = 1$) rezultă, din relația (19), $p_\gamma = 1/p_\varepsilon$, iar din relația (17), $p_t = p_l$. La reducerea dimensiunilor geometrice în condițiile menționate ($p_\mu = p_\varepsilon = 1$) de p ori rezultă următoarele:

— Trebuie reduse duratele pentru frontul și semiamplitudinea undei de impuls de p ori.

— Pentru a compara cele două oscilograme (a modelului și a originalului) este necesar ca viteza de înscriere a oscilogramei modelului să fie de p ori mai mare.

— Rezistența specifică a conductorului din care este construit modelul trebuie să fie de p ori mai mică decît a conductorului originalului.

— Neajunsurile unei astfel de *similitudini geometrice* prezintă dificultăți mari. Acestea sînt:

— greutatea și uneori imposibilitatea de a se obține o undă de impuls cu un front de p ori mai redus pentru încercarea modelului;

— modelul nu reproduce fenomenele neliniare legate de miezul magnetic;

— greutatea de a conserva numărul de spire la model.

Modelul electromagnetic combinat

Teoria lui Abetti [3] asupra modelului electromagnetic se stabilește cu ajutorul relației date de Veverka [9, pag. 51], care indică oscilațiile proprii ale unei bobine într-un strat, cu considerarea inductanței mutuale a spirelor îndepărtate:

$$\frac{1}{\left(\frac{z}{l}\right)^2 M_0}\left(\frac{\lambda}{2}\cdot\frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2}-\frac{1}{2\lambda}\cdot\frac{\partial^2\Phi}{\partial x^2}\right)=C\frac{\partial^2\Phi}{\partial t^2}-K\frac{\partial^4\Phi}{\partial x^2\,\partial t^2}, \tag{20}$$

în care:

Z este numărul total de spire al înfășurării;

l — lungimea axială a înfășurării;

M_0 — inductanța proprie a unei spire;

λ — coeficientul care definește inductanța mutuală a două spire, la depărtarea a, după relația:

$$M = M_0\, l^{-\lambda a};$$

C — capacitatea înfășurării, pe unitatea de lungime, față de pămînt;

K — capacitatea înfășurării, pe unitatea de lungime, în direcția longitudinală.

Dacă se notează $C' = Cl$ și $K' = K/l$, pentru original este valabilă următoarea relație:

$$\frac{1}{\left(\frac{z_0}{l_0}\right)^2 M_{0o}}\left(\frac{\lambda_o\,\partial^2\Phi_o}{2\,\partial x_o^2}-\frac{1}{2}\,\frac{\partial^4\Phi_o}{\lambda_o\,\partial x_o^2}\right)=$$

$$=\frac{C_o'\,\partial^2\Phi_o}{l_o\,\partial t_o^2}-K_o'\,l_o\frac{\partial^4\Phi_o}{\partial x_o^2\,\partial t_o^2}. \tag{21}$$

Se notează cu p_l factorul de similitudine între original și model; pentru lungimi, rezultă:

$$l_m = p_l\, l_o; \tag{22}$$

$$x_m = p_l\, x_o; \tag{23}$$

$$M_{0m} = p_l\, M_{0o}. \tag{24}$$

Din condiția $\lambda_o\, x_o = \lambda_m\, x_m$, ținînd seama de relația (23), rezultă:

$$\lambda_m = \frac{\lambda_o}{p_l}. \tag{25}$$

Pentru a ține seama de neliniaritatea introdusă de magnetizarea spre saturație a fierului, este necesar a admite aceeași inducție atît la model cît și la original, adică:

$$\Phi_m = p_l^2\,\Phi_o. \tag{26}$$

Pentru numărul de spire z și timpul t sînt valabile relațiile:

$$z_m = p_o\, z_o; \tag{27}$$

$$t_m = p_t\, t_o. \tag{28}$$

Gradientul de potențial pentru $t = 0$ și $x = l$ este dat de relația (7), IV, din lucrarea [10]. Condiția de a menține acest gradient de potențial este:

$$\frac{U_o}{l_0}\,\gamma_o\, l_o = \frac{U_m}{l_m}\,\gamma_m\, l_m. \tag{29}$$

Dacă punem condiția ca:

$$\frac{U_0}{l_0} = \frac{U_m}{l_m},$$

adică de a avea aceeași cădere de tensiune relativă atît la model cît și la original, din relația (29) rezultă:

$$\gamma_o\, l_o = \gamma_m\, l_m \text{ sau } \sqrt{\frac{C_m'}{K_m'}} = \sqrt{\frac{C_o'}{K_o'}}, \tag{30}$$

sau

$$\frac{C_m'}{C_m'} = \frac{K_m'}{K_o'} = p_c. \tag{31}$$

Dacă se scrie pentru model ecuația diferențială (20) și se exprimă mărimile modelului în funcție de mărimile originalului, ținînd seama de relațiile (22) — (31), se obține:

$$\frac{1}{p_z^2\left(\frac{z_o}{l_o}\right) M_{0o}}\left(\frac{\lambda_o}{2}\cdot\frac{\partial^2\Phi_o}{\partial x_o^2}-\frac{1}{2}\cdot\frac{\partial^4\Phi_o}{\lambda_o\,\partial x_o^4}\right)=$$

$$=\frac{p_c\,p_l}{p_l^2}\left[\frac{C_o'\,\partial^2\Phi_o}{l_o\,\partial t_o^2}-K_o\,l_o\frac{\partial^4\Phi_o}{\partial x_o^2\,\partial t_o^2}\right]. \tag{32}$$

Din compararea relaţiei (32) cu relaţia (21), rezultă:

$$\frac{1}{p_z^2} = \frac{p_c\, p_l}{p_l^2}. \tag{33}$$

Din relaţia (33) rezultă că dintre cei patru factori de similitudine — p_z, p_c, p_l, p_t — trei pot fi aleşi arbitrar şi al patrulea rezultă. Abetti a observat că este favorabil ca tensiunea de încercare a modelului să fie redusă, iar capacităţile modelului să fie mult mai mari decît capacităţile proprii ale înfăşurării. În acest caz se conectează condensatoare suplimentare în mod uniform de-a lungul înfăşurării modelului. Modelul construit cu condensatoare suplimentare se numeşte *model electromagnetic combinat.*

Coeficientul de proporţionalitate al capacităţilor. Pentru determinarea capacităţilor suplimentare la model este necesar a se cunoaşte capacităţile înfăşurării la original. Acestea se pot determina analitic, grafic sau prin măsurătoare directă. Raportul capacităţilor p_c rezultă din relaţia (33):

$$p_c = \left(\frac{p_l}{p_z}\right)^2 \frac{1}{p_l}.$$

Dacă alegem raportul timpurilor egal cu unitatea ($p_t = 1$), rezultă:

$$p_c = \frac{1}{p_z^2\, p_l}. \tag{34}$$

Pentru a obţine valori mari pentru p_c este necesar ca $p_z < 1$, adică numărul de spire al originalului să fie apreciabil mai mare decît al modelului, ceea ce constituie un avantaj la construirea modelului. Astfel, dacă se ia $p_z = 1/2$ şi $p_l = 1/5$, rezultă $p_c = 20$.

Coeficientul de proporţionalitate al tensiunilor. Pentru raportul tensiunilor între original şi model este valabilă relaţia:

$$\mu_m = p_u\, \mu_o. \tag{35}$$

Pentru căderea de tensiune la original, se scrie:

$$\frac{\partial u_o}{\partial x_o} = -\frac{z_o}{l_o} \cdot \frac{\partial \Phi_o}{\partial t_o}. \tag{36}$$

Iar pentru căderea de tensiune la model, rezultă:

$$\frac{\partial u_m}{\partial x_m} = -\frac{z_m}{l_m} \cdot \frac{\partial \Phi_m}{\partial t_m}. \tag{37}$$

Dacă se exprimă mărimile modelului din relaţia (3—37) în funcţie de mărimile originalului, rezultă:

$$\frac{p_u}{p_l} \cdot \frac{\partial u_o}{\partial x_o} = -\frac{p_z}{p_t}\, p_l \frac{z_o}{l_o} \cdot \frac{\partial \Phi_o}{\partial t_o}. \tag{38}$$

Din compararea relaţiilor (38) şi (36), rezultă raportul tensiunilor:

$$p_u = p_z \frac{p_l^2}{p_t}.$$

Coeficientul de proporţionalitate al rezistenţelor în curent continuu. Dacă se notează cu A_{oc}, A_{mc} secţiunea totală de material activ conductor al unei înfăşurări, secţiunea conductorului este:

$$s_o = \frac{A_{oc}}{z_o}, \text{ respectiv } s_m = \frac{A_{mc}}{z_m}.$$

Rezistenţele corespunzătoare sînt:

$$R_0 = \frac{\pi D_o z_o^2}{\gamma A_{oc}}, \text{ respectiv } R_m = \frac{\pi D_m z_m^2}{\gamma A_{mc}}.$$

De unde rezultă coeficientul de proporţionalitate, în ipoteza conservării materialului de aceeaşi conductibilitate, atît la original cît şi la model:

$$p_{rc} = \frac{R_m}{R_o} = \frac{p_z^2}{p_t}.$$

Coeficientul de proporţionalitate al rezistenţelor în curent alternativ. În curent alternativ rezistenţa creşte aparent, din cauza efectului pelicular. Din literatură [8], rezultă că pentru frecvenţe superioare celei de 5 kHz, rezistenţa R_a în curent alternativ este dată în funcţie de rezistenţa R_c în curent continuu:

$$R_a = R_c \frac{2n^2+1}{3} \xi, \tag{39}$$

relaţie în care:

$$\xi = \sqrt{\pi\, \mu_0\, \gamma\, f \frac{b}{a}}$$

h este grosimea conductorului în direcţie perpendiculară pe direcţia liniilor cîmpului de scăpări;

a — lungimea medie a liniilor cîmpului de scăpări;

b — lungimea axială a înfăşurării;

c — grosimea conductorului în aceeaşi direcţie cu direcţia liniilor cîmpului de scăpări;

f — frecvenţa;

n — numărul de conductoare în direcţie perpendiculară pe direcţia liniilor magnetice de scăpări.

În relaţia (39) se neglijează 1, faţă de $2n^2$, deoarece n are valori cuprinse între 5 şi 15. Din relaţia (39), scrisă o dată pentru model şi o dată pentru original, se obţine:

$$p_{ra} = p_{rc} \frac{p_n^2\, p_h}{\sqrt{p_t}}. \tag{40}$$

Coeficientul de proporţionalitate p_h se explică în funcţie de secţiunea totală S de material activ:

$$h = \frac{S}{nc} \text{ sau } p_h = \frac{p_l}{p_n},$$

astfel că relaţia (40) devine:

$$p_{ra} = \frac{p_z^2 p_n}{\sqrt{p_t}}. \quad (41)$$

Coeficientul de proporţionalitate al amortizărilor se obţine făcînd raportul corespunzător al decrementului logaritmic, adică:

$$p_\delta = \frac{\delta_m}{\delta_o} = \frac{p_{ra}}{p_{im}} = \frac{p_n \sqrt{p_t}}{p_l}. \quad (42)$$

În cazurile normale, aşa cum se va expune în partea a III-a a lucrării, $p_n = 1, p_t = 1, p_l = 1/5$, iar p_δ rezultă egal cu 5, ceea ce înseamnă că amortizarea la model este de cinci ori mai puternică decît la original. Folosirea unui coeficient de proporţionalitate al timpului p_t mai mare decît unitatea, de exemplu $p_t = 10$, conduce la avantaje în ce priveşte realizarea aparaturii de încercare şi a posibilităţilor de observare a regimului tranzitoriu pe durata frontului. Din această cauză, Abetti a realizat modele electromagnetice cu „scară întîrziată a timpului" [11], ceea ce conduce însă, aşa cum arată relaţia (42), la o amortizare mai puternică în model.

Coeficientul de proporţionalitate al circuitului magnetic se obţine ţinînd seama că adîncimea de pătrundere în tola magnetică este dată de relaţia:

$$e = \frac{1}{\sqrt{\mu \mu_0 \gamma \pi t}}. \quad (43)$$

Secţiunea efectivă S a fierului, în funcţie de secţiunea geometrică A şi de grosimea tolei d, se obţine:

$$S = A \frac{2e}{d}. \quad (44)$$

Din relaţia (26), care arată legătura dintre fluxurile magnetice în model şi în original, în ipoteza păstrării aceleiaşi inducţii, rezultă:

$$BS_m = p_l^2 BS_o \text{ sau } \frac{S_m}{S_o} = p_l^2. \quad (45)$$

Din relaţiile (44) şi (45) se deduce raportul de proporţionalitate geometrică, adică:

$$p_S = \frac{S_m}{S_o} = \frac{p_l^2 p_d}{\sqrt{p_t}}. \quad (46)$$

Relaţia (46) stabileşte raportul de reducere a secţiunilor geometrice. În model şi original se foloseşte tolă de aceeaşi grosime, deci $p_d = 1$, iar dacă şi scara timpului este egală cu unitatea, adică $p_t = 1$, rezultă că $p_S = p_l^2$, adică secţiunea activă a fierului la model se reduce după o scară geometrică. Cînd una din înfăşurările transformatorului este în scurtcircuit, prezenţa fierului are o influenţă relativ redusă asupra fenomenelor tranzitorii, din cauza efectului de ecran al înfăşurării în scurtcircuit. Practica curentă a încercării transformatoarelor prevede conectarea în scurtcircuit a unei înfăşurări, de exemplu a înfăşurării de tensiune mai mică, 6—35 kV. Din această cauză modelarea se poate face şi fără reproducerea materialului activ din circuitul magnetic, ceea ce are marele avantaj de a nu impune nici reproducerea la scară şi nici tensiunea de încercare pe model.

Tabela 1

Factori de proporţionalitate între mărimile corespunzătoare ale modelului şi originalului

Mărimea	Simbol	Factor de proporţionalitate
Lungime	l	p_l
Număr de spire	z	p_z
Număr de straturi	n	p_n
Timp	t	p_t
Inductanţă/spiră	L, M	p_l
Capacitate	C', K'	$p_c = p_l/(p_l p_z^2)$
Tensiune	u	$p_u = p_z p_l^2/p_t$
Curent	i	$p_i = p_l/p_z$
Impedanţă	Z	$p_{im} = p_z^2 p_l/p_t$
Rezistenţă în curent continuu	R_c	$p_{rc} = p_z^2/p_t$
Rezistenţă în curent alternativ	R_a	$p_{ra} = p_z^2 p_n/\sqrt{p_t}$
Amortizare	δ	$p_\delta = p_n \sqrt{p_t}/p_l$
Secţiunea activă a fierului	S	$p_S = p_l^2 p_d/\sqrt{p_t}$

Trebuie observat că modelul geometric reprezintă un caz particular al modelului electromagnetic combinat, şi anume cazul cînd $p_z = 1, p_c = p_l, p_t = p_l, p_u = p_l$. În tabela 1 se indică coeficienţii de proporţionalitate ai modelului electromagnetic combinat sub forma în care se folosesc în calcule practice.

Concluzii

Modelarea transformatoarelor are la bază o teorie bine fundată, atît pentru modelul geometric, cît și pentru cel electromagnetic. La modelul geometric se reduc toate dimensiunile geometrice la scară și rezultă condițiile de a folosi o scară subunitară a timpului și material conductor cu conductivitate sporită față de cea a originalului. Aceste două condiții fac ca modelul geometric, practic, să nu poată fi utilizat. La modelul electromagnetic combinat se poate menține — și este recomandabil să se mențină — scara timpului egală cu unitatea, ceea ce permite folosirea în experimentare a generatorului cu impulsuri repetate 1/50 μs și deci compararea directă cu originalul. De asemenea, este posibil să nu se reproducă numărul de spire la scara unitate, ceea ce conduce la o realizare mai economică a modelului. În model există o amortizare mai puternică decît în original, dar efectul acestei amortizări se poate limita prin alegerea potrivită a coeficienților de proporționalitate din tabela 1. Un avantaj esențial al modelului electromagnetic combinat este posibilitatea de a nu se ține seamă de materialul activ al circuitului magnetic.

Bibliografie

[1] *Waldvogel, P, Rouxel, R.* : Predetermination par calcul des contraintes électriques d'un enroulment soumis à une tension de choc. CIGRÉ, 1956, Rap. 125.

[2] *Mc. Whirter, I, Fahrnkopf, S, Steele, I.* : Determination of Impulse Stresses within Transformers Windings by Computers. Power App. Syst. AIEE (1957) 28 p. 1267—1274.

[3] *Abetti, P.* : La prédétermination des tensions transitoires au moyen de transformateurs axpérimentaux de modèle réduit. CIGRÉ, 1954, Rap. 131.

[4] *Froidevaux, I* : Les modèles, auxiliaires de calcul des transformateurs. Bull. Sécheron (1956) 25 F, p. 41—46.

[5] *Heller, B, Veverka, A.* : Die Modeltheorie der Stosserscheinungen in Transformatoren. E.u.M. **74** (1957) 11, p. 248—252.

[6] *Cerretelli, B.* : Transformatori, impulsi e modeli. L'Elettrotecnica **43** (1956) 8, p. 394—410.

[7] *Lizunov, C.* : Raport tehnic TO—58—48. Studiul modelului IMO—8. MTZ, Moscova, 1958.

[8] T.H., G.E. : Le modèle électromagnetique de transformateur. RBB **45** (1958), p. 410—418.

[9] *Heller, B., Veverka, A* : Stosserscheinungen in elektrischen Maschinen. V. Technik, Berlin, 1957.

[10] *Hortopan, Gh.* : Modelarea transformatoarelor în scopul determinării repartiției, la aplicarea undei de impuls. Electrotehnica **9** (1961) 8.

[11] *Abetti, A.P.* : Méthodes pour l'étude des tensions anormales dans les transformateurs. Bull. AIEM **70** (1957), p. 851—904.

Stația de încercări de joasă tensiune a Institutului de cercetări electrotehnice

Mihail Pesici și **Ion Barbu*** — București

Îmbunătățirea aparatelor de conexiune nu se poate concepe fără efectuarea unor încercări extinse la puterea de rupere, parametrul principal care caracterizează performanța aparatelor. În lucrare se prezintă pe scurt schema, părțile componente ale noii stații de încercare la ICET, cum și primele încercări efectuate.

CZ. 621.3.0,64.3 : 621.316.5.7.027.25

În prezent în industriile electrotehnice constructoare de aparataj de joasă tensiune din U.R.S.S., R.D.G., R.P.U. etc. se folosesc cu mult succes instalațiile de încercat la puterea de rupere a întreruptoarelor de joasă tensiune [1], [2], [3], [4]. Principiul acestor instalații este în general același : o sursă de energie (un generator sau o rețea puternică prin intermediul unui transformator) debitează — prin reactanțe și rezistențe reglabile — energ a de scurtcircuit pentru încercarea intreruptoarelo:. Reactanțele și rezistențele servesc la reglarea factorului de putere și a curentului de încercare.

Un selector sincron de precizie cu un dispozitiv de comandă, de obicei electronic, alege timpul, în cursul unei alternanțe, cînd se produce întreruperea, ținînd seama, bineînțeles, de timpii proprii a diverselor relee ca și ai automatului de anclanșare. Același selector comandă și punerea în funcțiune a motorului oscilografului pentru înregistrarea fenomenelor cercetate. Întreaga operație a încercării decurge în mod automat prin acest selector.

În soluția adoptată de ICET, din lipsa unei surse proprii de energie, s-a recurs la utilizarea energiei electrice din rețea prin intermediul unui transformator de 1 300 kVA. Durata scurtcircuitului de încercare este de 4—15 perioade, adică 0,08—0,3 s. Acești timpi sînt inferiori timpilor de ordinul 0,5—1,2 s, la care este reglată protecția sistemului energetic, astfel încît rețeaua în amonte nu este influențată. S-a indicat ca putere de scurtcircuit — la punctul A, trecut pe schemă (fig. 1)—100 MVA. S-au dat, de asemenea, caracteristicile cablu-

* Ing. *Pesici M.* este șef de laborator la ICET, iar ing. *Barbu I.* este cercetător la același Institut.

rilor de alimentare pînă la stația de transformare a ICET.

Cu aceste indicații s-au stabilit valorile reactanțelor și rezistențele de reglaj.

1. Descrierea instalației

Alimentarea stației se face în modul indicat în schema din figura 1.

Din puterea de scurtcircuit de 100 MVA, la punctul de conexiune indicat în figura 1, a

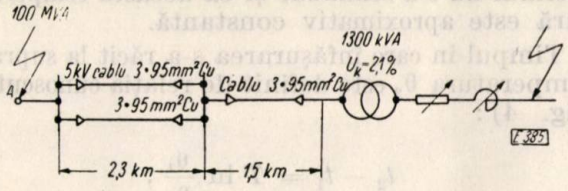


Fig. 1. Schema de alimentare a stației.

reieșit din calcul o putere de scurtcircuit la bornele de joasă tensiune ale transformatorului de circa 25 MVA.

Încercările au confirmat valorile rezultate din calcul pentru curenții de scurtcircuit.

La măsurătorile efectuate s-au obținut:

la 556 V — 26,4 kA_{ef},
la 418 V — 30,2 kA_{ef},
la 242 V — 33,9 kA_{ef},

adică o putere de scurtcircuit de circa 25,4 MVA (la 556 V).

După cum este indicat în schema de principiu a stației (fig. 2), transformatorul este alimentat

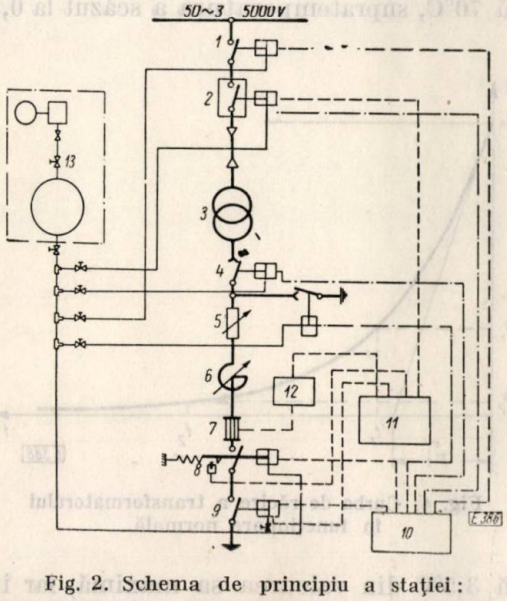


Fig. 2. Schema de principiu a stației:
1 — separator tripolar 200 A, 10 kV; *2* — întreruptor automat tripolar 200 MVA, 600 A, 10 kV; *3* — transformator trifazic 1 300 kVA, U_k=2,1%, *5* kV/242/418 V, 50 Hz; *4* — separator 1 kV; *5* — rezistențe; *6* — reactanțe; *7* — șunt; *8* — contactor de scurtcircuit 30 kA, 550 V; *9* — întreruptorul de încercat; *10* — pupitru de comandă; *11* — comutator-program; *12* — oscilator cu bucle; *13* — grup compresor 7,8 at, 4,1 m³/h.

pe partea de înaltă tensiune printr-un separator și un întreruptor automat de protecție. Pe partea de joasă tensiune s-au prevăzut: un separator tripolar în circuitul principal și un altul derivat pe bare, pentru punerea la pămînt. Întreruptorul de încercat, ca și contactorul, sînt dispuși în serie, după felul ciclului de încercări.

Acționarea separatoarelor și întreruptoarelor — atît pe înaltă cît și pe joasă tensiune — se face cu ajutorul dispozitivelor pneumatice, comandate de la distanță prin ventile electropneumatice.

Încercările preliminare se fac de la un pupitru de comandă, de unde se poate comanda, separat și în ordinea dorită, aparatajul pe înaltă și joasă tensiune. Tot de la acest pupitru se poate comuta comanda încercării pe selectorul mecanoelectronic, astfel încît ciclul încercării să decurgă automat în timpul și fazele prescrise.

2. Părțile componente principale

2.1. *Transformatorul* pentru încercări la scurtcircuit a fost proiectat ca unitate trifazată, în baie de ulei, cu o putere de 1 300 kVA, 5 kV/242/418/556 V, 50 Hz și o tensiune de scurtcircuit de 2,1%.

Încercările urmînd a fi efectuate asupra întreruptoarelor pentru 220, 380 și 500 V, transformatorul a fost prevăzut cu posibilități de utilizare pentru tensiuni cu 10% mai mari față de valorile tensiunilor de mai sus, așa cum prevăd normele în vigoare.

Reglarea tensiunii pe partea de joasă tensiune se face prin schimbarea conexiunilor la bornele de joasă tensiune ale transformatorului și prin comutatorul de înaltă tensiune.

Pentru obținerea unor tensiuni de scurtcircuit reduse și, deci, a unui curent de scurtcircuit de 30 kA s-a adoptat soluția galeților divizați și dispuși alternativ pe coloană.

Înfășurările de înaltă și joasă tensiune sînt executate în galeți și sînt dispuse alternativ pe coloană. S-a admis o densitate de curent de 2,98 A/mm² în înfășurarea primară și 3,1 A/mm² în înfășurarea secundară.

Ținînd seama de rezistențele și reactanțele cablurilor de alimentare ale transformatorului, solicitarea axială a înfășurărilor transformatorului, după relația lui Vidmar [5], [6]:

$$P_k = 0{,}2 \frac{L}{m\delta^2 fe_k} \cdot 10^6 \text{ kgf},$$

este de 33 800 kgf.

Solicitarea înfășurării se face axial. În galeții din interiorul înfășurării, eforturile se compensează, fiind de sens contrar, astfel încît numai galeții de capăt sînt supuși solicitării (fig. 3).

Solicitarea cuprului înfășurării la încovoiere în galeții de capăt este de 640 kgf/cm², adică în limita valorii de 640 kgf/cm², cît este admis pentru cupru la 200°C. Solicitarea la încovoiere a cuprului în galeții de înaltă tensiune, în interiorul înfășurării, este de 405 kgf/cm², iar a galeților de joasă tensiune este de 322 kgf/cm².

Solicitarea axială a înfășurării este preluată la partea superioară prin patru șuruburi M 42 (01 37), cu o solicitare la compresiune de 8,5 kgf/mm² (admisibil pînă la 9,5 kgf/mm²).

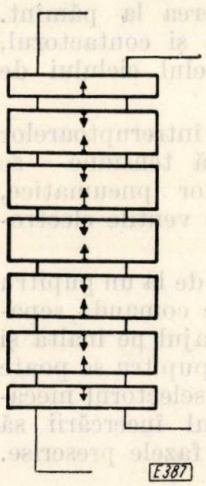


Fig. 3.
Transformatorul de 1300 kVA; dispoziția galeților pe coloană.

2.2. *Încălzirea transformatorului* la încercările de scurtcircuit este determinată de trecerea curentului de durată foarte scurtă. Timpul cît transformatorul este scos din sarcină, adică de sub tensiune, între scurtcircuite, este destul de lung. În ciclurile de încălzire și răcire, cuprul înfășurărilor are rolul determinant. Încălzirea miezului poate fi omisă. Căldura produsă de curentul de scurtcircuit este aproape în întregime conservată în înfășurare în timpul scurtcircuitului. Creșterea încălzirii în înfășurare față de ulei depinde de constanta de timp a transformatorului, care este de ordinul de cîteva minute. Cum timpul de scurtcircuit t este mult mai mic decît constanta de timp, urmează că, practic, nu se cedează căldură mediului de răcire în acest timp. Admițînd durata scurtcircuitului, din relația (anexa 1) [7]:

$$t = \frac{50\,400}{S_k^2} \ln \frac{235 + \theta}{235 + \theta_0} \text{ s}, \qquad (1)$$

în care:

θ_0 este temperatura mediului de răcire = $= + 35°C$;

θ — temperatura la sfîrșitul scurtcircuitului;

S_k — densitatea de curent la scurtcircuit = $= 68{,}7$ A/mm²;

$$0{,}3 \text{ s} = 10{,}7 \ln \frac{235+\theta}{270}$$

din care rezultă:

$$\theta = 270\ e^{\frac{0{,}3}{10{,}7}} - 235 = 43°C.$$

Încălzirea transformatorului va fi deci de 43°C — 35°C = 8°C, 35°C fiind temperatura mediului de răcire.

Timpul maxim la care transformatorul ar putea fi lăsat în scurtcircuit, la 35,4 kA, ca temperatura înfășurărilor să nu depășească 105°C, poate fi dedus din relația (1):

$$t = 10{,}7 \ln \frac{235 + 105}{235 + 35} = 2{,}46 \text{ s}.$$

După scurtcircuit, căldura înmagazinată în înfășurări este cedată uleiului. Capacitatea termică a uleiului fiind de 4—5 ori mai mare decît a cuprului, se poate spune că temperatura uleiului nu s-a schimbat și că această temperatură este aproximativ constantă.

Timpul în care înfășurarea s-a răcit la supratemperatura θ_2 este definit de relația cunoscută (fig. 4):

$$t_2 - t_1 = T \ln \frac{\theta_1}{\theta_2},$$

în care:

T = 320 s este constanta de timp a transformatorului.

$$T = \frac{c\gamma}{\rho} \frac{\theta_n}{S^2} \cdot 10^{-3} \text{ s},$$

în care:

T_n este supratemperatura înfășurării față de mediul de răcire;

c — căldura specifică a cuprului, 390 J/°C kg;

γ — greutatea specifică a cuprului, 8,9;

ρ — rezistența specifică, 0,024 ohm mm²/m;

S — densitatea de curent, 3 A/mm².

La răcire, se admite că după un timp scurs de 3 T de la încălzirea maximă admisibilă, adică 70°C, supratemperatura a scăzut la 0,5%,

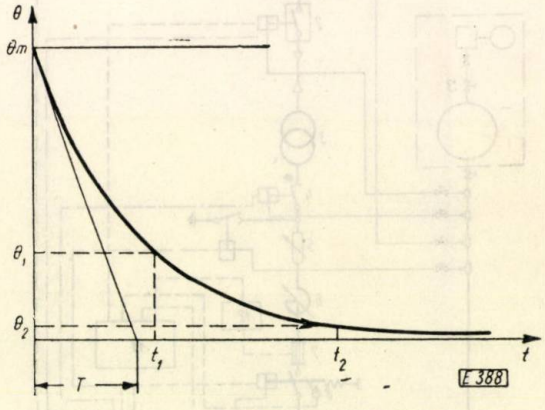


Fig. 4. Curba de răcire a transformatorului în funcționare normală.

adică 3,5°C din valoarea sa maximă, iar înfășurarea poate fi considerată ca răcită după:

$$t_2 - t_1 = 320 \ln \frac{8}{3{,}5} = 266 \text{ [s]},$$

adică după circa 4,5 min. Acesta este timpul care trebuie lăsat între două încercări la scurtcircuit, pentru ca înfășurarea să se răcească.

În normele de încercări pentru întreruptoare de putere de joasă tensiune se indică o succe-

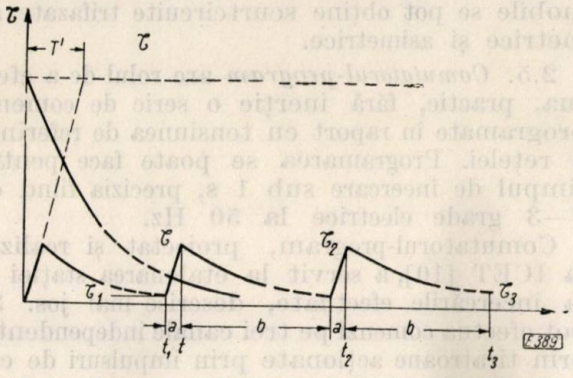


Fig. 5. Curba de încălzire și răcire a transformatorului în funcționare intermitentă.

siune de cinci pînă la șase încercări de scurtcircuit, cu intervale de circa 3 minute.

La variația sarcinii de scurtcircuit, în înfășurare la scurtcircuit în timpul $t - t_1 = a$, încălzirea crește de la τ_1 la τ, iar în timpul pauzei, încălzirea descrește de la τ_2 la τ_3 în timpul $t_3 - t_2 = b$. Stabilizarea în oscilațiile temperaturilor se obține cînd $\tau_2 = \tau$ și $\tau_3 = \tau_1$.

Se poate admite că în timpul scurtcircuitului, care durează 0,3 s, căldura înmagazinată în înfășurare nu este cedată uleiului și că variația încălzirii se face proporțional cu timpul scurtcircuitului:

$$\tau = \frac{\tau_m t}{T'}, \quad \tau_1 = \frac{\tau_m t_1}{T'}, \qquad \text{iar } t - t_1 = a = \frac{T'}{\tau_m}(\tau - \tau_1); \tag{2}$$

răcirea în intervalul $t_3 - t_2$ este dată de relația cunoscută:

$$t_3 - t_2 = b = T \ln \frac{\tau_2}{\tau_3} \text{ (figura 5)}; \tag{3}$$

de remarcat că cele două constante de timp — T' și T — sînt diferite. La stabilitatea oscilațiilor relația (3) devine:

$$b = T \ln \frac{\tau}{\tau_1};$$

din relația (2) se deduce valoarea lui:

$$\tau_1 = \tau - \frac{a\tau_m}{T'};$$

înlocuind în relația de mai sus, se obține:

$$b = T \ln \frac{\tau\, T'}{\tau\, T' - a\tau_m},$$

și făcînd transformările necesare, se obține relația care dă încălzirea cînd se stabilizează oscilațiile:

$$\tau = \frac{a}{T'}\tau_m \frac{1}{1 - e^{-\frac{b}{T}}};$$

în ciclul de funcționare a transformatorului, cu durata scurtcircuitului de 0,3 s și pauză de 180 s, încălzirea de stabilizare este de 20°C. După circa 10 cicluri, încălzirea se stabilizează. Se menționează că pentru încălzire constantă de timp T' este de 2,4 s, iar constanta de timp pentru răcire este de 320 s.

Transformatorul este prevăzut cu răcire naturală (țevi de răcire) pentru o utilizare la puterea nominală.

2.3. *Reactanțele.* Ca reactanță s-a ales timpul de reactanță în aer din bare de cupru, montate în coloană, în cinci etaje, cu prize multiple. Pentru a mări posibilitatea de încercare s-a ales o reactanță totală pe fază de:

$$450 \cdot 10^{-3} \text{ ohmi},$$

cu o rezistență proprie de $45 \cdot 10^{-3}$ ohmi (fig.6).

Fixarea spirelor și a diverselor elemente a fost făcută corespunzător solicitărilor termice și electrodinamice la scurtcircuit. Secțiunile au fost determinate din calculul termic, în ipoteza că temperatura în conducte în încercare este de 200°C la o durată de 1 s.

Solicitarea produsă de curentul de șoc de 64 kA în spira cu conductorul cel mai gros (10 × 50 mm) este de 165 kg, adică o solicitare la întindere de 33 kg/cm².

Comutarea reactanțelor și rezistențelor se face cu ajutorul unor bare de cupru pe panouri.

Reactanțele și rezistențele sînt amplasate în imediata apropiere a camerei transformatorului, astfel încît căderile de tensiune ohmice și reactive să fie minime. În același scop, barele de 10 × 100 mm au fost asociate cîte două, cu o distanță între ele de 30 mm, în poziție verticală.

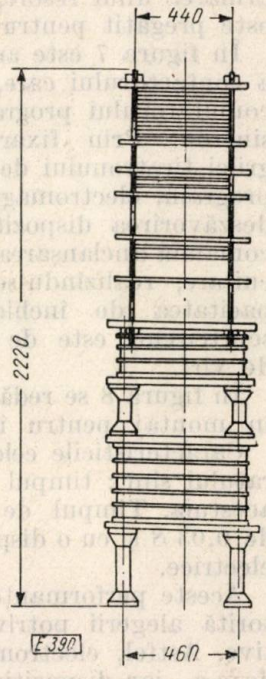


Fig. 6.
Bobina de reactanță.

La curentul de șoc I_1 de 64 kA și la o solicitare de încovoiere admisibilă a cuprului de 6,4 kg/mm², la 200°C, s-a obținut o distanță de fixare de 35 cm pentru bare, astfel încît efortul

de atracție sau respingere pe această lungime să nu depășească 245 kg [8], [9].

Încălzirea barelor la curentul de scurtcircuit, pe o durată de 1 s, este de 35°C.

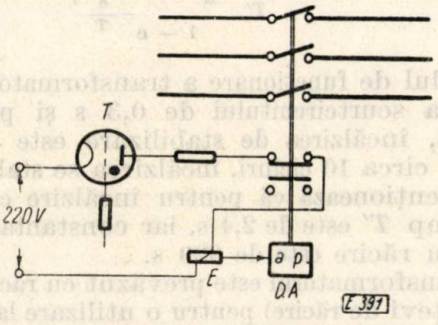


Fig. 7. Contactorul de scurtcircuit: schema de principiu pentru comanda contactorului.

Bobinele de reactanță sînt amplasate la 600 mm una de alta. La această distanță efortul maxim admisibil între reactanță ar fi determinat de un curent de 91 kA, ceea ce reprezintă un coeficient de siguranță de 1,4, față de curentul maxim de șoc de 64 kA [8].

2.4. *Contactorul de scurtcircuit* de 30 kA_{ef} 550 V, trifazat, a fost proiectat și realizat la ICET.

S-a căutat să se realizeze un timp propriu de anclanșare redus, în ordinea de mărime necesară ansamblului comutatorului-program. Prin armarea unui resort, automatul de anclanșare este pregătit pentru funcționare.

În figura 7 este arătată schema de principiu a contactorului care, împreună cu un canal al comutatorului program, formează contactorul-sincron. Prin fixarea momentului comenzii grilei tiratronului de acționare pe comutatorul program, electromagnetul de comandă execută deszăvorîrea dispozitivului de acționare, care comandă anclanșarea contactorului de scurtcircuitare, realizîndu-se astfel scurtcircuitul. Capacitatea de închidere a contactorului de scurtcircuit este de 30 kA_{ef} și 76 kA, valoare de vîrf.

În figura 8 se redă o imagine a contactorului în montaj pentru încercarea unei siguranțe.

Caracteristicile cele mai importante ale aparatului sînt: timpul de anclanșare și dispersia acestuia. Timpul de anclanșare obținut este de 0,03 *S* și cu o dispersie mai mică de 4 grade electrice.

Aceste performanțe au putut fi obținute datorită alegerii potrivite a soluțiilor constructive. Astfel, electromagnetul de comandă este de c.c., iar dispozitivul de acționare este prevăzut cu resorturi puternice. În scopul obținerii unui timp cît mai mic de anclanșare, în serie cu bobina electromagnetului s-a montat o rezistență, iar pentru solicitarea la minimum a tiratronului, circuitul acestuia este deschis după închiderea contactorului.

Pentru a elimina rezistența parazită a arcului care apare în cazul vibrației contactelor la contactor, contactele au fost realizate de tip tulipă, de o construcție specială, care a permis reducerea vibrațiilor practic la zero.

Prin posibilitatea de reglare a contactelor mobile se pot obține scurtcircuite trifazate simetrice și asimetrice.

2.5. *Comutatorul-program* are rolul de a efectua, practic, fără inerție o serie de comenzi programate în raport cu tensiunea de referință a rețelei. Programarea se poate face pentru timpul de încercare sub 1 s, precizia fiind de 2—3 grade electrice la 50 Hz.

Comutatorul-program, proiectat și realizat la ICET [10], a servit la etalonarea stației și la încercările efectuate, descrise mai jos. Se pot efectua comenzi pe trei canale independente, prin tiratroane acționate prin impulsuri de curent. Programarea comenzilor se realizează cu ajutorul selectoarelor — mecanic și electronic — care stabilesc perioada electrică (la 50 Hz) și momentul, în cadrul perioadei electrice, cînd va avea loc comanda.

Utilizarea acestui selector mecanoelectronic are următoarele avantaje:

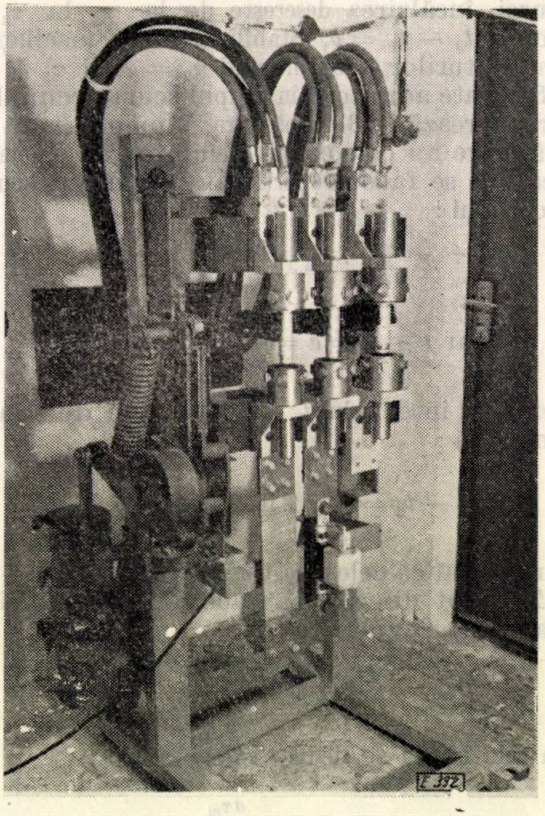


Fig. 8. Contactorul de scurtcircuit în montaj pentru încercarea unei siguranțe de mare putere de rupere.

a) prin limitarea duratei de scurtcircuit de cîteva perioade nu este periclitată protecția din rețeaua electrică în amonte;

b) se realizează o economie importantă de hîrtie fotografică, oscilograful fiind sincronizat cu perioada de încercare.

Manevrele preliminare se fac de la pupitrul de comandă (fig. 9), de unde se poate comanda

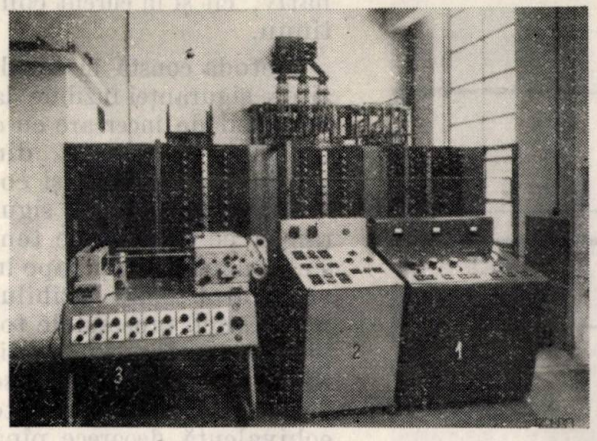


Fig. 9. Stația de încercări:
1 — comutatorul program; *2* — pupitru de comandă; *3* — oscilograf cu bucle.

separat și în ordinea dorită aparatajul de înaltă și joasă tensiune. Tot de la acest pupitru se poate comuta comanda încercării pe comutatorul program, astfel încît ciclul încercării să decurgă automat în timpul și faza prescrisă.

Pentru înregistrarea fenomenelor se folosesc: oscilograful cu bucle, oscilograful cu baleiaj mecanic etc.

2.6. *Intreruptorul de protecție de înaltă tensiune* utilizat este de tipul cu expansină, cu o putere de rupere de 200 MVA la 10 kV, pentru un curent nominal de 600 A.

comanda de la distanță de la pupitrul de comandă.

Aceleași condiții îndeplinește și separatorul de protecție pentru punere la pămînt.

3. Încercări

3.1. *Incercările efectuate* cu această stație au permis determinarea capacității de rupere a întreruptoarelor automate de joasă tensiune, a solicitării electrodinamice la întreruptoare de înaltă tensiune și la reductoare de curent; de asemenea, s-a putut determina capacitatea de rupere și efectul de limitare a curentului la siguranțele de mare putere de rupere, de joasă tensiune.

Pentru înregistrarea fenomenelor s-au folosit trei bucle ale oscilografului, conectate pe șunturi, pentru curenții pe cele trei faze și trei bucle pentru tensiunile respective.

Înaintea fiecărei încercări se face o etalonare a stației, în scopul de a determina curentul de scurtcircuit (valoarea maximă, valoarea eficace). Etalonarea este necesară, deoarece puterea de scurtcircuit este funcție de rețea și de impedanțele din circuitul de încercare. Din oscilograma rezultată din etalonarea stației (fig. 10), reiese că s-a obținut un curent de șoc de 41,8 kA la 556 V, cos $\varphi = 0{,}2$ și $\psi = 0°$, anclanșarea contactorului de scurtcircuit avînd loc la trecerea tensiunii prin zero.

În figura 11 se arată oscilograma obținută din încercarea unui întreruptor de înaltă tensiune la solicitare electrodinamică. Curentul de șoc rezultat la 425 V a fost de 50,29 kA.

Oscilograma din figura 12 arată comportarea unei siguranțe de 315 A 500 V, tip 1CET, la

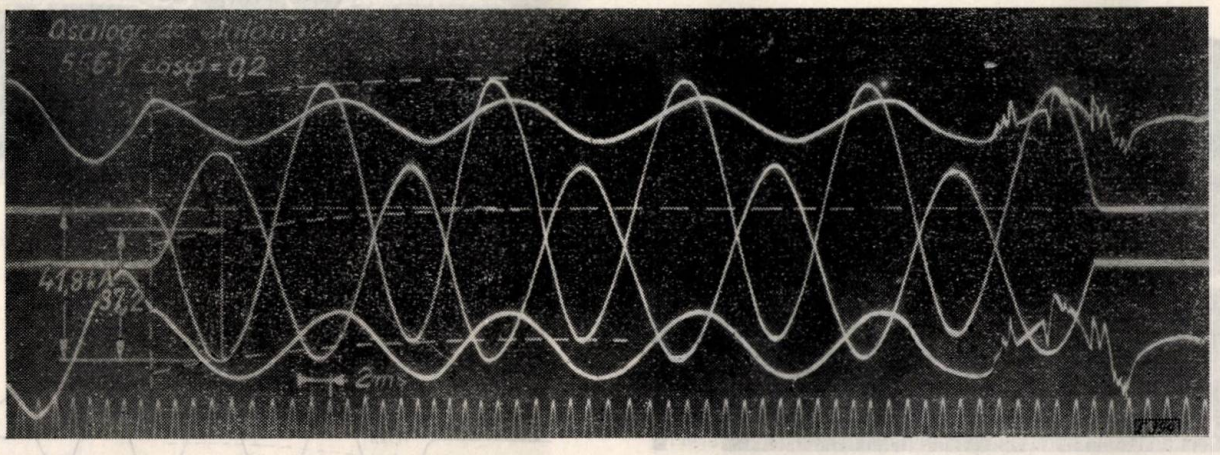


Fig. 10. Oscilogramă obținută la etalonarea stației.

2.7. *Separatorul tripolar*, pe partea de joasă tensiune în circuitul principal, este de tipul adecvat solicitărilor produse în scurtcircuit. Acționarea lui se face electropneumatic, prin

încercare de putere de rupere; siguranța a fost supusă unui curent virtual de scurtcircuit de 41,8 kA_{max}, pe care l-a limitat la 16,7 kA, cînd s-au topit lamelele. De asemenea, în

figurile 13 și 14 se arată oscilogramele rezultate din încercările unei siguranțe de 400 A 500 V, tip ICET, la un scurtcircuit de 6,47 kA_{ef} și

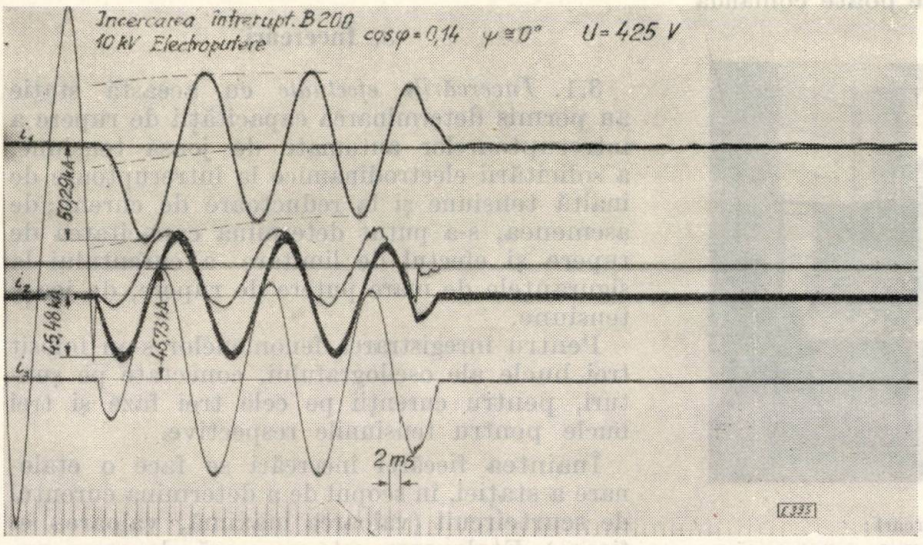


Fig. 11. Oscilogramă rezultată din încercarea unui întreruptor de înaltă tensiune la solicitare electrodinamică.

ale unei siguranțe de 630 A 500 V, la un scurtcircuit de 8,3 kA_{ef}. Figura 15 redă o oscilogramă obținută din încercarea la putere de rupere a întreruptorului automat DITA 350 A 500 V.

La încercarea siguranțelor de mare putere de rupere a fost necesar să se realizeze un scurt circuit la un anumit decalaj față de trecerea prin zero a tensiunii. Aceasta s-a putut obține cu ajutorul decaloarelor și selectorului comutatorului program.

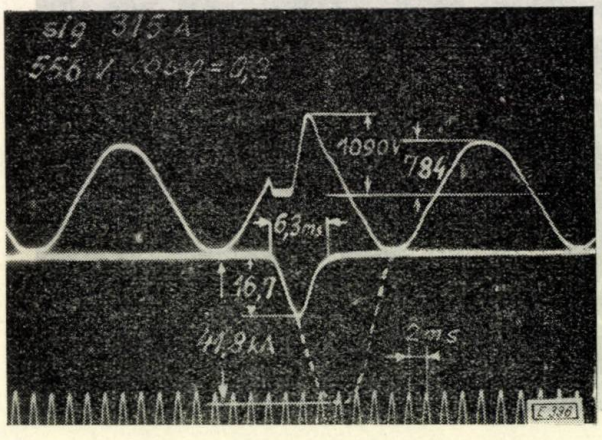


Fig. 12. Oscilogramă obținută din încercarea unei siguranțe de 315 A 500 V la putere de rupere.

Încercarea de etalonare efectuată înaintea probelor permite, în limite acceptabile, realizarea condițiilor impuse.

3.2. *Schema sintetică pentru încercarea siguranțelor* la suprasarcini permite realizarea acestor încercări, reproducînd condițiile necesare cu mare economie de energie. Această schemă se aplică atît în curent alternativ, cît și în curent continuu.

Metoda constă în încălzirea siguranței fuzibile la curentul de încercare cu o tensiune de circa 1% din tensiunea nominală și comutarea automată a siguranței pe circuitul de tensiune nominală, aproape în momentul topirii fuzibilului. Astfel, procesul de topire se produce în condițiile de exploatare, impuse de norme. Încercarea este echivalentă, deoarece pînă la apariția arcului electric funcționarea siguranței este influențată numai de valoarea curentului, tensiunea influențînd în procesul de topire, în care proces siguranța funcționează la curentul de încercare și tensiunea de încercare.

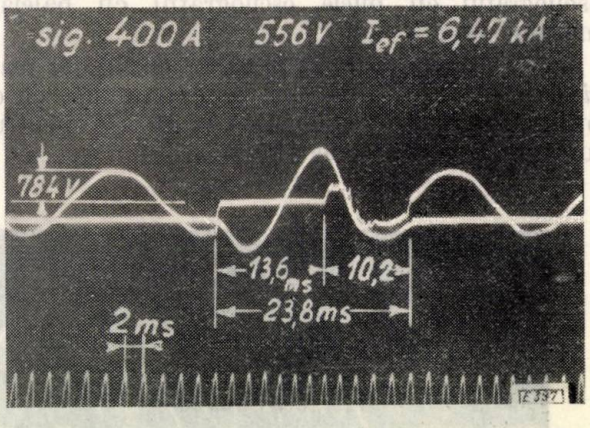


Fig. 13. Oscilograma rezultată la încercarea unei siguranțe de 400 A 500 V la un curent de scurtcircuit de 6,47 kA_{ef}.

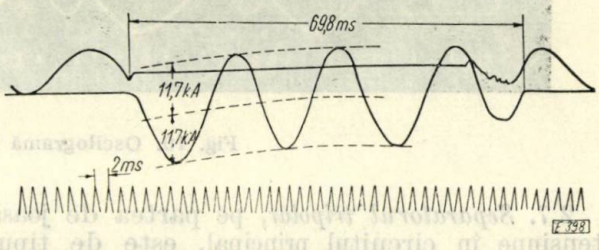


Fig. 14. Încercarea unei siguranțe de 630 A 500 V la un curent de scurtcircuit de 8,3 kA_{ef}: oscilograma rezultată din încercare.

Funcţionarea schemelor se bazează pe proprietatea fuzibilelor de a-şi mări rezistivitatea la topire de cîteva ori faţă de rezistivitatea

În completarea utilajului necesar pentru înregistrarea fenomenelor de întrerupere la contactoare şi întreruptoare, s-a proiectat şi cons-

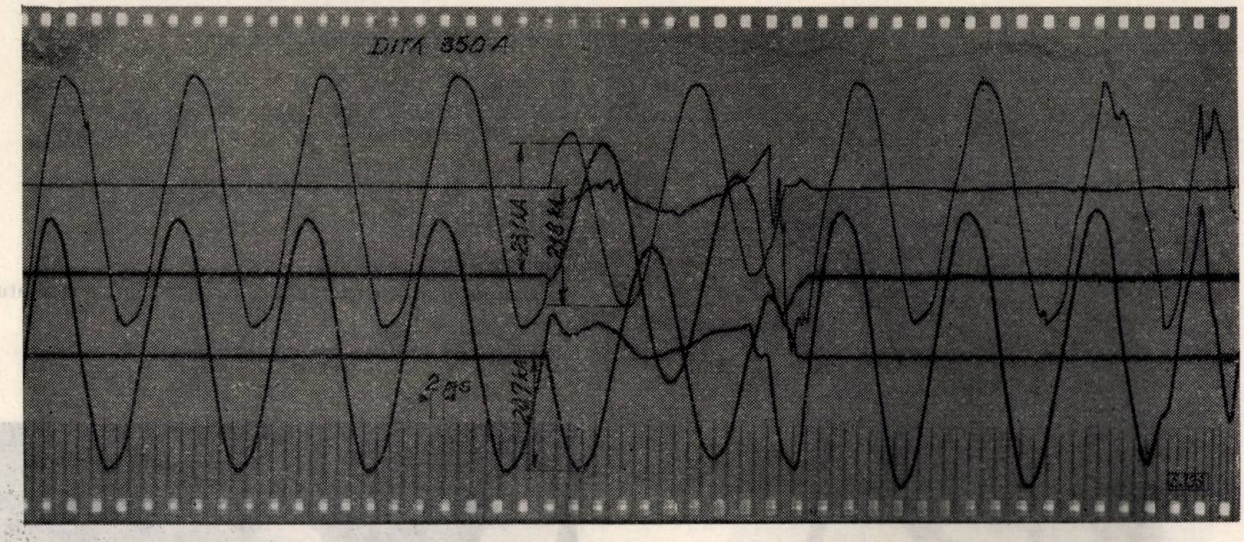


Fig. 15. Încercarea unui întreruptor automat DITA 350 A 500 V, la puterea de rupere: oscilograma obţinută la încercare.

dinaintea topirii. Curentul din circuitul de încercare fiind constant, rezultă că la bornele siguranţei va exista în momentul topirii o tensiune de cîteva ori mai mare decît cea dinaintea topirii. Această tensiune amplificată se aplică pe grila unui tiratron, comandînd aprinderea lui. Tiratronul aprins anclanşează un releu, care comandă deschiderea circuitului de joasă tensiune şi închiderea circuitului pe tensiunea de încercare. În figura 16 este arătată schema de principiu a încercării sintetice a siguranţelor fuzibile de curent alternativ.

Avantajul schemelor constă în aceea că încercările pentru determinarea timpilor de topire şi a fuzibilelor la diverşi multipli ai curentului nominal, indicaţi de norme, se fac cu un consum redus de energie şi, în consecinţă, cu sarcini de putere mică.

3.3. *Încercarea la uzură a contactelor şi aparatelor de comutaţie* se face în scopul determinării duratei de viaţă a acestora şi a depistării elementelor slabe din aparate, în vederea îmbunătăţirii lor. În acest scop s-au construit dispozitive de comandă electronice [11] şi mecanice şi s-a elaborat o schemă de încercare la uzură (12].

Dispozitivele de comandă electronice acţionează, pentru realizarea regimului de încercări, asupra bobinei dispozitivului de acţionare a aparatului de încercat. Dispozitivele electronice sînt, în esenţă, relee basculante cu tiratroane. Dispozitivul mecanic constă dintr-un motor sincron, reductor de viteză şi discuri cu contacte, care comandă aparatele de comutaţie.

truit la ICET o lupă de timp (fig. 17), cu ajutorul căreia s-au putut realiza fotografii ra-

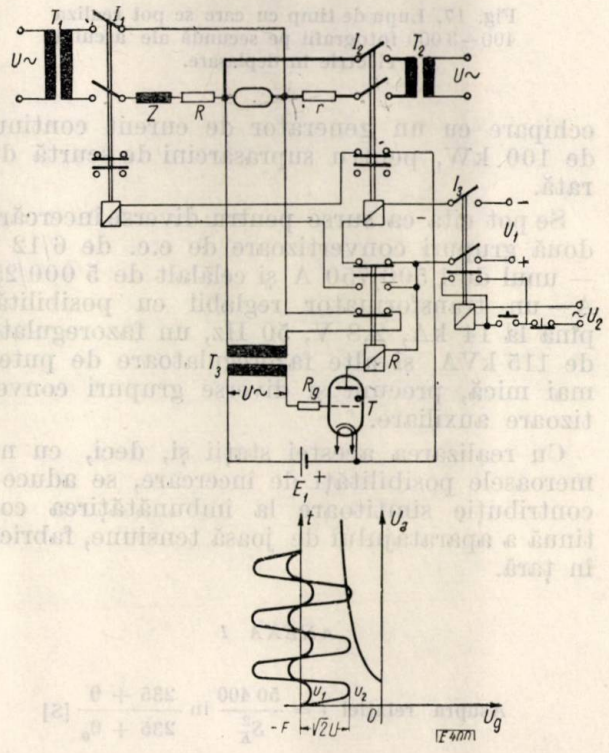


Fig. 16. Încercarea sintetică a siguranţelor: schema de principiu.

pide ale arcului electric în deplasare (400—3 000 fotografii pe secundă).

În figura 18 se arată o succesiune de zece fotografii, luate la interval de 2,5 ms, în deplasarea unui arc la un contactor. Tot pentru încercarea siguranțelor, stația este în curs de

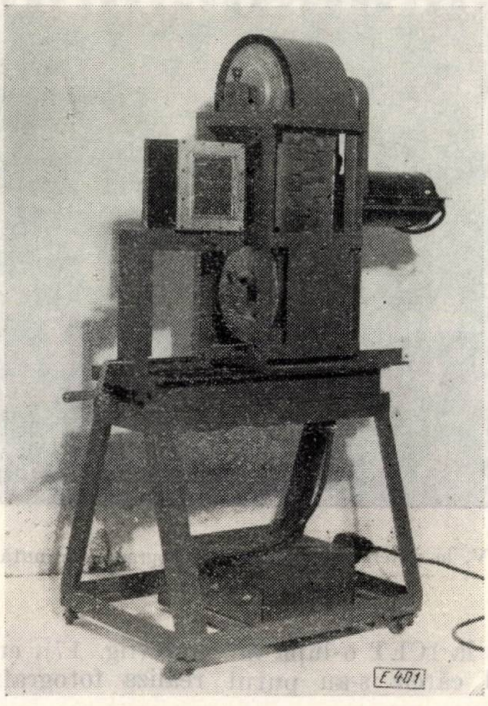


Fig. 17. Lupa de timp cu care se pot realiza 400—3 000 fotografii pe secundă ale arcului electric în deplasare.

echipare cu un generator de curent continuu de 100 kW, pentru suprasarcini de scurtă durată.

Se pot cita ca surse pentru diverse încercări: două grupuri convertizoare de c.c. de 6/12 V — unul de 1 500/750 A și celălalt de 5 000/250 A — un transformator reglabil cu posibilități pînă la 14 kA, 2,8 V, 50 Hz, un fazoregulator de 115 kVA și alte fazoregulatoare de putere mai mică, precum și diverse grupuri convertizoare auxiliare.

Cu realizarea acestei stații și, deci, cu numeroasele posibilități de încercare, se aduce o contribuție simțitoare la îmbunătățirea continuă a aparatajului de joasă tensiune, fabricat în țară.

ANEXA 1

Asupra relației $t = \frac{50\,400}{S_K^2} \ln \frac{235 + \theta}{235 + \theta_0}$ [S]

Rezistența specifică a cuprului la temperatura medie θ, este:

$$\rho = 0{,}0186 \frac{235 + \theta}{235 + 35} \left[\frac{\text{ohm mm}^2}{\text{m}}\right],$$

în care +35°C reprezintă temperatura ambiantă, 0,0186 rezistivitatea cuprului la +35°C; la o greutate specifică de 8,9, pierderile specifice ohmice sînt:

$$P_{cu} = 0{,}0186 \cdot \frac{235 + \theta}{270} \cdot S^2 \text{ în W/cm}^2,$$

S fiind densitatea de curent, în A/mm².

În W/kg:

$$P_{cu} = 0{,}0186 \cdot \frac{235 + \theta}{270} \cdot S^2 \cdot \frac{G \cdot 10^3}{8{,}9} \text{[W/kg]};$$

$$P_{cu} = 2{,}09 \frac{235 + \theta}{270} S^2 G,$$

G fiind greutatea cuprului, în kg.

În timpul dt al scurtcircuitului, creșterea de temperatură în înfășurare este $d\theta$; se poate scrie:

$$P_{cu}\, dt = Gc\, d\theta \text{ [Ws]},$$

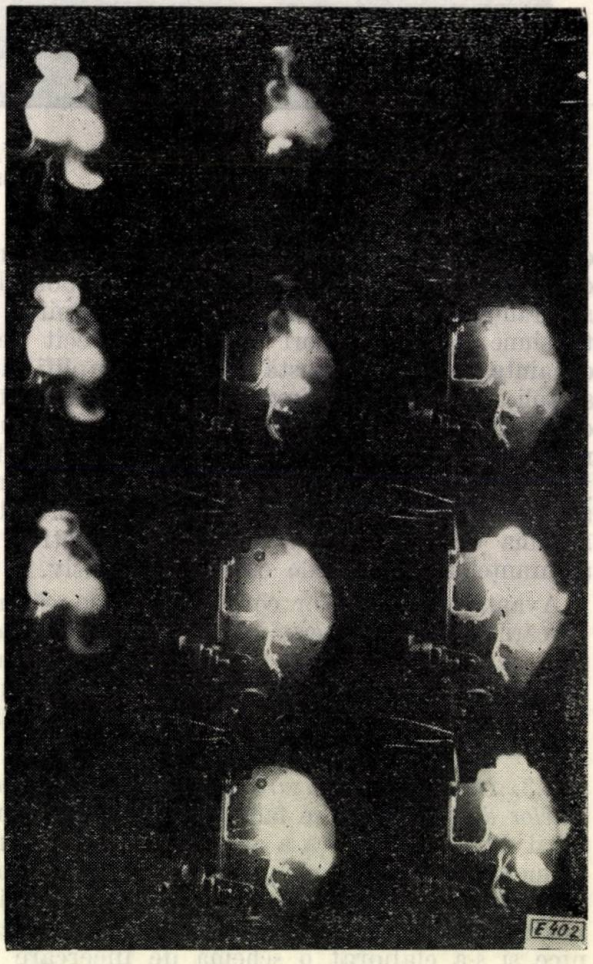


Fig. 18. Fotografie obținută cu lupa de timp: cele 10 imagini ale arcului electric sînt luate la interval de timp de 2,5 ms.

c fiind căldura specifică a cuprului, 390 Ws/kg°C;

sau

$$2{,}09 \frac{235 + \theta}{270} S_K^2 G\, dt = 390\, G\, d\theta,$$

și integrînd:

$$\int dt = \frac{50\,400}{S_K^2} \int \frac{d\theta}{235 + \theta} \left[t = \frac{50\,400}{S_K^2} \ln (235 + \theta_0) + C \right]$$

pentru $t = 0$ și $\theta = \theta_0$ $\quad C = -\frac{50\,400}{S_K^2} \ln (235 + \theta_0)$;

deci:

$$t = \frac{50\,400}{S_K^2} \ln \frac{235 + \theta}{253 + \theta_0} \; [S],$$

în care:

S_K este densitatea de curent la scurtcircuit, în A/mm²;

θ_0 — temperatura mediului ambiant.

Bibliografie

[1] *Szapor, A.*: Stația de încercări de scurtcircuit a politehnicii din Gdansk. Przeglad Elektrotechniczny (1955) 6, 369—376; Dos. IDT 35466.

[2] *Jablonski, M.*: Un transformator pentru încercări de scurtcircuit 0,5 MVA/15 MVA, 15 kV/110—880 V. Przeglad Elektrotechniczny (1955) 6, 376—380; Dos. IDT 37993.

[3] *Dziersek, H.*: Bobina de reactanță pentru limitarea curenților de scurtcircuit în instalațiile de 15 kV. Przeglad Elektrotechniczny (1955) 6, 380—383; Dos. IDT 37996.

[4] *Pfeiffer, A.*: Industrieschaltgeräte erfordern leistungsfähige Entwicklungslaboratorien. AEG-MITT 1958, 4/5, 154—163.

[5] *Vidmar, M.*: Die Transformatoren. Ed. Springer-Berlin (1925).

[6] *Vidmar, M.*: Transformatorenkurzschlüsse. Ed. Vieweg, Berlin (1940).

[7] *Küchler, R.*: Die Transformatoren. Ed. Springer-Berlin (1956).

[8] *Mihailov, V.V.*: Calculul și construcția aparatajului de înaltă tensiune. Ed. energetică de stat, București, 1952.

[9] *Builov, A.I.*: Principiile de construcție ale aparatajului electric. Ed. energetică de stat, București, 1954.

[10] *Hortopan, Gh.*: Comutator program pentru încercarea aparatajului de comutație. Electrotehnica 4 (1959) 135—139.

[11] *Barbu, I.*: Dispozitive electronice pentru comanda aparatelor de comutație la uzură. Electrotehnica (1960) 7, 243—246.

[12] *Barbu, I.*: Dispozitive și aparate pentru încercarea la uzură a contactelor și aparatelor de comutație. Electrotehnica 9 (1961) 4, 130—136.

Utilizarea rezistențelor cu încălzire indirectă în tehnica măsurărilor electrice

Vladimir Serghievici Popov * — Leningrad

Progresele mari realizate în tehnica măsurătorilor se datoresc între altele perfecționării traductoarelor de măsură, care prin mărirea sensibilității și adaptarea caracteristicilor permit și ușurează telemăsura, telecomanda și ca o consecință automatizarea.

CZ 621.317.734 : 621.3.028.2

Dezvoltarea tehnicii măsurătorilor electrice este strîns legată de cele mai noi realizări ale tehnicii. Descoperirea efectului Hall și a efectului Seebeck, crearea materialelor feromagnetice și semiconductoare au stimulat dezvoltarea unei noi categorii de traductoare de măsurat, fără piese mobile. Traductoarele statice se deosebesc prin faptul că au siguranță ridicată în exploatare, o bandă largă de frecvențe traduse și au, într-o serie de cazuri, o precizie înaltă.

Unul din primele tipuri de traductoare statice au fost traductoarele termoelectrice și rezistențele cu încălzire indirectă, bazate pe aceeași metodă de traducere a mărimii măsurate. În momentul de față o largă utilizare o au traductoarele termoelectrice. Ele se utilizează pentru măsurări precise de curent, tensiune și putere, la frecvențe ridicate, în Institutul unional de cercetări științifice pentru metrologie (VNIIM) „Mendeleev" din U.R.S.S., pentru măsurări precise ale curentului și tensiunii, într-o gamă largă de frecvențe, în Biroul național de standarde din S.U.A. și R.F.G., pentru măsurări precise de putere în gama de frecvențe audio, în Laboratorul național de fizică din Anglia.

În U.R.S.S., traductoarele termoelectrice se utilizează ca vacuummetre și termoanemometre pentru măsurarea mărimilor neelectrice. În S.U.A., traductoarele termoelectrice au căpătat o largă utilizare ca traductoare de putere, pentru sistemele de telemăsurare. În afară de aceasta, în aproape toate țările, traductoarele termoelectrice se folosesc pentru măsurarea curentului și a tensiunii la frecvențe înalte.

Larga utilizare a traductoarelor termoelectrice se datorește unei particularități importante, și anume faptului că mărimea de ieșire a acestor traductoare este o tensiune continuă.

Utilizarea rezistențelor cu încălzire indirectă în tehnica măsurărilor electrice a fost cu totul neînsemnată pînă în ultimii ani. Există rezistențe cu încălzire indirectă metalice și semiconductoare. Rezistențele semiconductoare au un coeficient de variație cu temperatura mare, dar nu sînt suficient de stabile și au o inerție termică importantă, de aceea ele se utilizează

* *Popov V. S.* candidat în științe tehnice, este conducătorul unui colectiv în laboratorul de telemecanică de la Institutul de electromecanică din Leningrad al Academiei de Științe a U.R.S.S.

mai ales pentru măsurarea și reglarea temperaturii. Rezistențele metalice cu încălzire indirectă au o serie de calități indiscutabile — o înaltă stabilitate, o putere mare la ieșire, un efect Thomson neglijabil — totuși, se consideră de obicei ca un neajuns faptul că rezistența lor electrică este mai greu de măsurat decît tensiunea continuă care se obține la ieșirea traductoarelor termoelectrice.

O dată cu dezvoltarea electronicii și a dispozitivelor automate de măsurare, situația s-a schimbat în mod esențial. Puterea de ieșire a traductoarelor termoelectrice este, de obicei, insuficientă pentru a acționa direct asupra elementului de intrare al sistemelor automate și de telemăsură, iar necesitatea de a utiliza amplificatoare de curent continuu micșorează mult valoarea traductoarelor termoelectrice. Într-o serie de cazuri este mai simplă traducerea variației unei rezistențe într-o tensiune alternativă și folosirea unui amplificator de curent alternativ, decît utilizarea traductoarelor termoelectrice cu amplificatoare de curent continuu.

Dezvoltarea electronicii a deschis noi perspective utilizării rezistențelor cu încălzire indirectă în tehnica măsurătorilor. Cercetările efectuate în ultimii ani la Institutul de electromecanică al Academiei de Științe a U.R.S.S. au arătat că rezistențele cu încălzire indirectă au domenii specifice de utilizare, unde folosirea traductoarelor termoelectrice este nerațională, dacă nu imposibilă.

Una din principalele utilizări a rezistențelor cu încălzire indirectă este măsurarea puterii active. Rezistențele cu încălzire indirectă se utilizează, de asemenea, pentru măsurarea și telemăsurarea curentului și a tensiunii, într-o gamă largă de frecvențe, cît și a unui cerc larg de mărimi neelectrice — a temperaturii, vitezei, densității și compoziției gazelor, deformațiilor mecanice, deplasării, presiunii, umidității etc.

Pe baza rezistențelor cu încălzire indirectă se pot realiza stabilizatoare de curent și tensiune continuă și alternativă, logometre, fazometre, redresoare și frecvențmetre. Aceasta este o însușire cu totul incompletă a utilizărilor posibile ale rezistențelor cu încălzire indirectă în tehnica măsurătorilor. Vom analiza pe cele mai importante dintre ele.

Măsurarea puterii active

După cum este cunoscut, pentru măsurarea puterii active a curentului alternativ este necesară o relație strict pătratică între creșterea rezistenței cu încălzire indirectă și curentul de încălzire. Rezistențele cu încălzire indirectă, cu filament din crom-nichel sau constantan, a cărui rezistență, practic, nu depinde de temperatură, au o caracteristică rigidă, nereglabilă, care este suficient de departe de parabola pătratică. La Institutul de electromecanică al Academiei de Științe a U.R.S.S. s-au elaborat rezistențe cu încălzire indirectă cu caracteristică reglabilă. Ca filament s-a folosit un fir

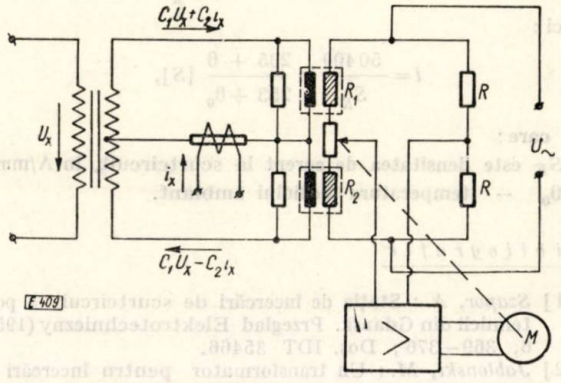


Fig. 1

de platină, a cărei rezistență depinde de temperatură și, prin urmare, de curentul de încălzire. Caracterul dependenței rezistenței cu încălzire indirectă de curentul dinainte de ramificare se poate regla șuntînd filamentul cu o rezistență activă variabilă. În acest fel s-a reușit să se obțină funcția pătratică căutată, cu o eroare maximă de 0,2%.

Pe baza acestor rezistențe cu filament din platină, care au o caracteristică pătratică, s-au creat o serie de wattmetre înregistratoare trifazate, care constau dintr-un traductor de putere și o punte înregistratoare. În figura 1 este reprezentată schema monofazată [1]. Mărimea de ieșire a traductorului de putere este diferența a două rezistențe cu încălzire indirectă R_1 și R_2 și este proporțională cu mărimea măsurată. Rezistențele cu încălzire indirectă sînt conectate în două brațe adiacente ale punții cu echilibrare automată. Indicațiile punții automate la egalitatea brațelor de raport sînt proporționale cu diferența rezistențelor cu încălzire indirectă și astfel sînt proporționale cu puterea măsurată.

Pentru măsurarea precisă a puterii, la Institutul de electromecanică al Academiei de Științe a U.R.S.S. a fost elaborată o nouă metodă — metoda temperaturilor egale [2]. La măsurarea puterii cu ajutorul acestei metode alura caracteristicilor rezistențelor cu încălzire indirectă nu influențează precizia de măsurare. Este necesară totuși identitatea caracteristicilor rezistențelor cu încălzire indirectă.

Esența metodei temperaturilor egale constă în următoarele :

După cum se știe, cantitatea de căldură disipată de filamentul rezistenței cu încălzire indirectă este proporțională cu pătratul curentului de încălzire.

În wattmetrul termoelectric obișnuit sau în vattmetrul cu rezistențe cu încălzire indirectă, puterea medie disipată de filamentul unei rezistențe cu încălzire indirectă este egală cu:

$$P_1 = \frac{R}{T}\int_0^T (C_1 u_x + C_2 i_x)^2 \, dt,$$

iar puterea medie disipată de filamentul celeilalte rezistențe cu încălzire indirectă este:

$$P_2 = \frac{R}{T}\int_0^T (C_1 u_x - C_2 i_x)^2 \, dt,$$

unde:

R este rezistența filamentelor;

u_x și i_x sînt tensiunea și curentul măsurat;

C_1 și C_2 — constante.

Diferența de puteri $P_1 - P_2$ este proporțională cu valoarea medie a puterii măsurate:

$$P_1 - P_2 = 4\ C_1\ C_2\ RP_x.$$

Expresia obținută nu depinde de alura caracteristicilor rezistențelor cu încălzire indirectă și, prin urmare, nici de construcția lor, nici de proprietățile și de compoziția mediului înconjurător etc.

Diferența de puteri $P_1 - P_2$ poate fi măsurată prin metoda compensației. Pentru aceasta, acea rezistență cu încălzire indirectă, al cărei filament în procesul de măsurare are o temperatură mai mică, este prevăzută cu un al doilea filament, identic, amplasat alături. Cele două filamente sînt izolate între ele. Reglînd curentul continuu I_a care parcurge filamentul suplimentar se asigură egalitatea ambelor rezistențe cu încălzire indirectă, la orice valoare a puterii măsurate (fig. 2).

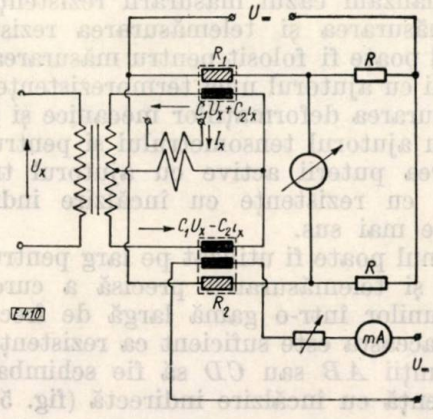


Fig. 2

Dacă rezistențele cu încălzire indirectă sînt egale, atunci sînt egale și temperaturile filamentelor lor, adică puterea disipată de filamentul uneia dintre rezistențele cu încălzire indirectă trebuie să fie egală cu puterea totală disipată de ambele filamente ale celeilalte rezistențe cu încălzire indirectă. Aceasta din urmă este egală cu suma a două puteri: puterea de curent alternativ P_2, care depinde de mărimea

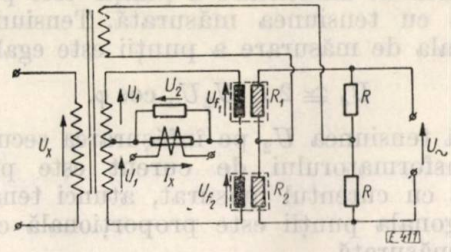


Fig. 3

măsurată, și puterea P_p, disipată în urma parcurgerii de către curentul auxiliar I_a a filamentului suplimentar. Prin urmare:

$$P_p = P_1 - P_2 = 4\ C_1\ C_2\ RP_x.$$

Puterea P_p poate fi determinată cunoscînd curentul I_a și rezistența R a filamentului.

Pe baza metodei temperaturilor egale a fost executată o instalație pentru măsurarea puterii în gama de frecvențe audio, cu o eroare care nu depășește cîteva sutimi de procent.

Pentru telemăsurare un interes deosebit îl prezintă traductoarele, care au ca parametru de ieșire un curent continuu. Un astfel de traductor a fost realizat pe bază de rezistențe metalice, cu încălzire indirectă, cu caracteristică reglabilă [3]. După cum arată calculele și experimentările, dependența rezistenței R cu încălzire indirectă, cu filament din platină de tensiunea U, aplicată la bornele filamentului, are o zonă liniară mare, care este descrisă de ecuația:

$$R = C_3 + C_4 U,$$

unde C_3 și C_4 sînt constante.

În circuitul din figura 3, tensiunea aplicată la bornele filamentului uneia din rezistențele cu încălzire indirectă este egală cu:

$$\dot{U}f_1 = \dot{U}_1 + \dot{U}_2,$$

iar la bornele filamentului celeilalte rezistențe:

$$\dot{U}f_2 = \dot{U}_1 - \dot{U}_2.$$

Corespunzător pentru valorile eficace ale tensiunilor, obținem:

$$Uf_1 = \sqrt{U_1^2 + 2\ U_1 U_2 \cos\varphi + U_2^2},$$

$$Uf_2 = \sqrt{U_1^2 + 2\ U_1 U_2 \cos\varphi + U_2^2}.$$

Dacă parametrii circuitului sînt aleși astfel încît să se respecte inegalitatea $U_1 \gg U_2$,

atunci diferența rezistențelor cu încălzire indirectă este :

$$R_1 - R_2 \simeq 2\, C_1 U_2 \cos\varphi.$$

Rezistențele cu încălzire indirectă sînt conectate în două brațe adiacente ale punții. Tensiunea de alimentare a punții este proporțională cu tensiunea măsurată. Tensiunea în diagonala de măsurare a punții este egală cu :

$$U_d \cong 2\, U_1 U_2 U_x \cos\varphi.$$

Dacă tensiunea U_2 pe înfășurarea secundară a transformatorului de curent este proporțională cu curentul măsurat, atunci tensiunea în diagonala punții este proporțională cu puterea măsurată.

Traductorul trifazat de putere, realizat după schema dată, avea la ieșire o tensiune alternativă egală cu 300 mV, ceea ce depășește considerabil tensiunea la ieșirea traductoarelor termoelectrice de putere. Tensiunea alternativă este aplicată la intrarea unui amplificator de curent alternativ, care este prevăzut cu o reacție negativă mare de curent. În serie cu rezistența de reacție sînt conectate un redresor, linia și aparatul de recepție. Ca rezultat, curentul la ieșirea amplificatorului este independent, în limite largi, de variația rezistenței directe a redresoarelor, de rezistența liniei și a aparatului receptor, adică traductorul de putere în combinație cu amplificatorul constituie un sistem de telemăsurare de tip compensat.

Să analizăm schema principală de utilizare a rezistențelor cu încălzire indirectă în sisteme de telemăsurare și dispozitive automate de măsurare (fig. 4).

Sistemul de măsurare se compune dintr-o punte, într-unul din brațele căreia este conectată o rezistență cu încălzire indirectă. Puntea

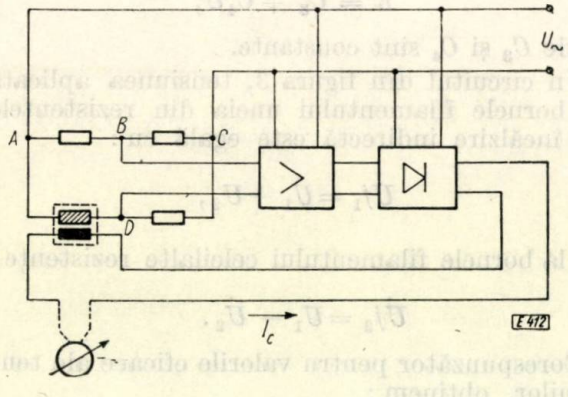


Fig. 4

este alimentată de la o sursă auxiliară de curent alternativ, de frecvență industrială sau ridicată. În diagonala punții sînt conectate filamentul, canalul de telecomunicație și aparatul receptor, prin intermediul unui amplificator, al unui redresor sensibil la fază și al unui filtru. Astfel se realizează o reacție negativă, care asigură echilibrarea automată a punții.

La variația mărimii măsurate variază rezistența unuia sau mai multor brațe ale punții și aceasta se dezechilibrează. Rezistența brațelor este aleasă în așa fel încît puntea să se echilibreze automat, datorită variației curentului de încălzire, în toată gama de variație a mărimii măsurate. Evident că schema are un statism oarecare. Totuși, la alegerea corespunzătoare a parametrilor sistemului, statismul poate fi făcut suficient de mic.

Curentul în linie depinde de rezistența brațelor punții și de caracteristicile rezistenței cu încălzire indirectă. Variația parametrilor amplificatorului și redresorului, a rezistenței canalului de telecomunicație, variația tensiunii sursei care alimentează puntea și amplificatorul nu influențează asupra rezultatelor măsurătorilor dacă statismul sistemului este suficient de mic.

Sistemul are în principal două destinații :

1. *Măsurarea rezistențelor și mărimilor care*, într-un fel sau în altul, *pot varia rezistența activă* — în acest caz în procesul de măsurare rezistența cu încălzire indirectă își schimbă valoarea, adică sistemul funcționează în regim de rezistență variabilă [4].

2. *Măsurarea mărimilor care*, într-un fel sau altul, *schimbă caracteristicile rezistenței cu încălzire indirectă* — în acest caz rezistența cu încălzire indirectă rămîne practic neschimbată, adică sistemul funcționează în regim de rezistență constantă.

În cazul particular în care rezistențele brațelor punții și caracteristica rezistenței cu încălzire indirectă nu variază, sistemul poate servi ca stabilizator sau generator de curent și tensiune continue și alternative [5].

Să analizăm cazul măsurării rezistenței. Pe lîngă măsurarea și telemăsurarea rezistenței, sistemul poate fi folosit pentru măsurarea temperaturii cu ajutorul unei termorezistențe, pentru măsurarea deformațiilor mecanice și a presiunii cu ajutorul tensometrului și pentru telemăsurarea puterii active cu ajutorul traductoarelor cu rezistențe cu încălzire indirectă, analizate mai sus.

Sistemul poate fi utilizat pe larg pentru măsurarea și telemăsurarea precisă a curenților și tensiunilor într-o gamă largă de frecvențe. Pentru aceasta este suficient ca rezistența brațelor punții AB sau CD să fie schimbată cu o rezistență cu încălzire indirectă (fig. 5).

În regim staționar și la egalitatea rezistențelor celorlalte brațe ale punții, ambele rezistențe cu încălzire indirectă trebuie să aibă valori egale ; prin urmare, trebuie să fie egale și valorile eficace ale curentului alternativ și continuu care trec prin aparatul receptor.

Utilizarea redresoarelor semiconductoare la mașinile numerice de curent alternativ nu poate asigura o precizie ridicată, deoarece raportul dintre tensiunea alternativă și cea continuă redresată depinde de factorul de formă al

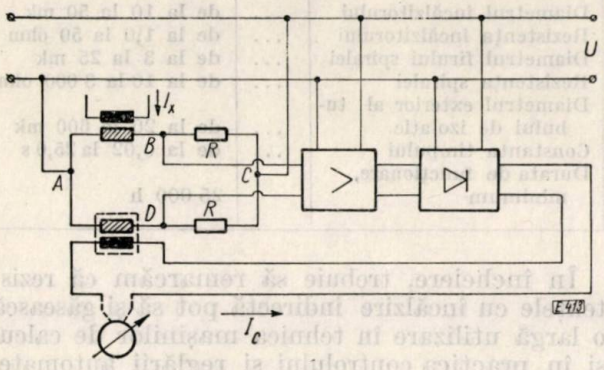


Fig. 5

curbei. Indicațiile traductorului-redresor cu rezistențe cu încălzire indirectă nu depind de forma curbei tensiunii măsurate, ceea ce, în combinație cu o caracteristică de frecvență bună a traductorului, permite folosirea sa în locul semiconductoarelor în voltmetrele numerice de curent alternativ. Instabilitatea redusă a indicațiilor poate fi înlăturată printr-un control periodic foarte simplu, deoarece curenții de intrare și de ieșire ai traductorului sînt egali.

Să analizăm funcționarea sistemului în regim de rezistență constantă. La funcționarea sistemului în acest regim mărimea măsurată deformează caracteristica rezistenței cu încălzire indirectă. Mărimea măsurată acționează fie asupra disipației de căldură a rezistenței cu încălzire indirectă ,fie asupra conductibilității termice între filament și rezistența cu încălzire indirectă. Disipația de căldură a rezistenței cu încălzire indirectă într-un gaz depinde de viteza, densitatea și compoziția gazului și de umiditatea mediului înconjurător. Conductibilitatea termică dintre filament și rezistența cu încălzire indirectă depinde de poziția rezistenței cu încălzire indirectă în spațiu, adică de unghiul dintre axa rezistenței cu încălzire indirectă și suprafața pămîntului. În afară de aceasta, conductibilitatea termică variază la deplasarea filamentului în interiorul rezistenței cu încălzire indirectă.

Astfel, sistemul poate fi folosit pentru măsurarea și telemăsurarea unui șir întreg de mărimi neelectrice — viteză, densitate sau compoziția gazului, umiditate, deplasări unghiulare sau liniare. Pentru măsurarea deplasării liniare, la Institutul de electromecanică al Academiei de Științe a U.R.S.S. s-a elaborat o rezistență cu încălzire indirectă, specială, cu filament mobil. Pragul de sensibilitate al rezistenței cu încălzire indirectă față de deplasarea filamentului este 1 micron.

În afară de avantajele enumerate mai sus, puntea echilibrată în regim de rezistență constantă mare are încă o calitate esențială : constanta de timp a procesului tranzitoriu în sistem este aproximativ de $1/k$ ori mai mică decît constanta de timp a însăși rezistenței cu încălzire indirectă, unde k este statismul sistemului. În mod practic, constanta de timp a sistemului poate fi micșorată, în comparație cu constanta de timp a rezistenței cu încălzire indirectă, de cîteva zeci de ori. Aceasta permite, într-o serie de cazuri, folosirea sistemului pentru studierea proceselor tranzitorii.

Dacă rezistențele brațelor punții sînt constante și rezistența cu încălzire indirectă este protejată împotriva acțiunii factorilor exteriori — curenții de aer, temperatura mediului înconjurător și deplasările unghiulare — atunci curentul în filamente nu depinde de variațiile în limite largi ale tensiunii de alimentare a punții și amplificatorului, de variațiile parametrilor amplificatorului și de rezistența de sarcină. Frecvența curentului stabilizat este egală cu frecvența curentului care alimentează puntea și poate varia în limite largi. Stabilizatorul poate fi folosit în calitate de generator stabil de curent continuu. În acest caz tensiunea de la ieșirea amplificatorului se redresează, se filtrează armonicile și se alimentează filamentul și sarcina cu curent continuu. În altă variantă puntea se alimentează cu tensiune continuă, iar ca amplificator se folosește un amplificator de curent continuu, de exemplu un amplificator magnetic.

Dacă în serie cu filamentul se conectează o rezistență adițională constantă, iar sarcina se cuplează în paralel cu filamentul și rezistența adițională, atunci tensiunea pe sarcină va fi stabilă, deoarece curentul de încălzire este stabilizat.

După cum au arătat cercetările, stabilizatorul menține un curent sau o tensiune continuă, dată în limitele de 0,2%, la o variație a temperaturii de $\pm$ 20% și la o variație a tensiunii de alimentare de $\pm$ 15%.

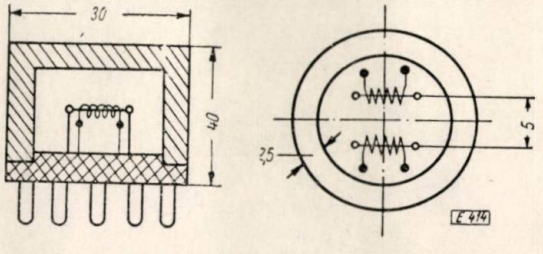


Fig. 6

Rezistențele cu încălzire indirectă, ca și traductoarele termoelectrice, pot fi utilizate pentru măsurarea curenților și tensiunilor de frecvență înaltă și infrajoasă. Prin mărirea dimensiunilor tubului de izolare între filament și

rezistenţa cu încălzire indirectă, se poate ridica constanta de timp a rezistenţei cu încălzire indirectă în aer pînă la 10—20 s şi în vid pînă la 1—2 min, ceea ce asigură o măsurare precisă a valorilor eficace ale curenţilor şi tensiunilor de frecvenţă pînă la sutimi de Hz.

În figura 6 este reprezentată una dintre construcţiile cele mai răspîndite ale rezistenţei cu încălzire indirectă realizată la Institutul de electromecanică al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S.

Rezistenţele cu încălzire indirectă reprezintă o spirală de platină bobinată pe un filament, într-un tub izolator de sticlă. Rezistenţele cu încălzire indirectă sînt montate cîte o pereche într-un balon metalic nevidat, care serveşte pentru protecţia rezistenţelor împotriva deteriorărilor mecanice şi a acţiunilor fluxurilor exterioare de aer. Datele tehnice ale rezistenţelor cu încălzire indirectă, construite de Institutul de electromecanică, sînt date în tabela 1.

Tabela 1

Caracteristicile tehnice ale rezistenţelor cu încălzire indirectă

Denumirea	Mărimea
Diametrul filamentului	de la 10 pînă la 50 microni
Rezistenţa filamentului	de la 1,0 pînă la 50 Ω
Diametrul firului spiralei	de la 3 pînă la 25 microni
Rezistenţa spiralei	de la 10 pînă la 3 000 Ω
Diametrul exterior al tubului de izolare	de la 20 pînă la 600 microni
Constanta de timp	de la 0,02 pînă la 25,0 s
Timpul de funcţionare	mai mare de 25 000 ore

Tabela 2

Datele tehnice ale rezistenţelor de încălzire

Denumirea	Valoarea	Mărimea
Diametrul încălzitorului	...	de la 10 la 50 mk
Rezistenţa încălzitorului	...	de la 1,0 la 50 ohm
Diametrul firului spiralei	...	de la 3 la 25 mk
Rezistenţa spiralei	...	de la 10 la 3 000 ohm
Diametrul exterior al tubului de izolaţie	...	de la 20 la 600 mk
Constanta timpului	...	de la 0,02 la 25,0 s
Durata de funcţionare, minimum		25 000 h

În încheiere, trebuie să remarcăm că rezistenţele cu încălzire indirectă pot să-şi găsească o largă utilizare în tehnica maşinilor de calcul şi în practica controlului şi reglării automate.

Bibliografie

[1] *Popov, V. S.*: Wattmetru trifazat pentru măsurarea, înregistrarea şi reglarea puterii. Editura Peredovoi naucino-tehniceskii i proizvodstvennîi opit. Tema 27, nr. 3—59—16/9, 1959.

[2] *Popov, V.S.*: Măsurarea puterii prin metoda temperaturilor egale. Elektricestvo, *1958*, 9.

[3] *Popov, V.S.*: Circuite sensibile la fază, comandate, cu rezistenţe cu încălzire indirectă. Izmeritelnaia tehnika, *1960*, 4.

[4] *Popov, V.S.*: Sistem de telemăsură de tip compensat cu emiţător static. Izmerenitelnaia tehnika, *1958*, 1.

[5] *Popov, V.S.*: Stabilizator cu rezistenţe cu încălzire indirectă. Culegere de lucrări asupra problemelor de electrotehnică, nr. 2, Institutul de electromecanică al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., Gosenergoizdat, 1958.

Probleme actuale ale construcţiei şi fabricaţiei întreruptoarelor de înaltă tensiune în ţara noastră

Valeriu Stanciu şi **Balázs Máthé*** — Craiova

În urma unei dezvoltări rapide, fabricaţia întreruptoarelor de înaltă tensiune a ajuns la cîteva probleme fundamentale, de rezolvarea cărora depinde progresul tehnic în perioada ce urmează.

În lucrarea de faţă se analizează aceste probleme şi, pe baza experienţei ţărilor cu industrie electrotehnică dezvoltată, precum şi pe baza experienţei Uzinelor „Electroputere"-Craiova, se propun căi pentru soluţionarea acestora.

CZ 621.316.5 .027.8.002.-

Tînăra industrie electrotehnică a R.P.R. a asimilat în foarte scurt timp fabricaţia întreruptoarelor de înaltă tensiune pînă la clasa de izolaţie 110 kV inclusiv, asigurînd principalele nevoi ale planului de electrificare a ţării. În plus în ultimii ani, la Uzinele „Electroputere"-Craiova s-au creat condiţii şi pentru executarea unor comenzi de export. Întreruptoarele livrate la export pînă în prezent de Uzinele „Electroputere"-Craiova au contribuit, prin siguranţa lor de funcţionare, la întărirea prestigiului industrial al R.P.R. pe piaţa mondială. Pe de altă parte, dezvoltarea construcţiei de întreruptoare de înaltă tensiune pînă în prezent a scos în evidenţă şi cîteva probleme esenţiale — arătate mai departe — de soluţionarea cărora depinde, în mare măsură, progresul tehnic din perioada de perspectivă de 15 ani (1960—1975), menţionată în Directivele Congresului al III-lea al P.M.R.

Exigenţele crescute ale exploatării

Electrificarea ţării se înfăptuieşte într-un ritm rapid: în numai zece ani (1950—1960) puterea instalată în centralele electrice a crescut cu de circa trei ori, iar producţia de energie electrică în următorii zece ani (1960—1970) va creşte cu de circa zece ori. Creşterea producţiei de energie electrică duce la creşterea sistemului energetic, la creşterea parametrilor lui de funcţionare şi pune o serie întreagă de noi probleme teoretice şi practice industriei noastre electrotehnice, referitoare la echipamentul staţiilor de înaltă tensiune [1]. Este evident că o dată cu creşterea producţiei de energie electrică de cîteva ori, vor creşte şi exigenţele exploatării faţă de echipamentul acestor staţii, în general, şi faţă de întreruptorul de înaltă tensiune, în special.

— Din calculele preliminare şi destul de aproximative se cunoaşte că, în principalele puncte din sistemul energetic al R.P.R., *puterea de scurtcircuit din reţelele* de 110 kV în anul 1965 va atinge, şi chiar va depăşi, 2 500 MVA, la 0,1 s, după momentul producerii scurtcircuitului. Puterea de scurtcircuit în reţelele de 220 kV, în aceleaşi condiţii, va fi de circa 4 000 MVA, în anul 1965, iar în anul 1975 va atinge valoarea de circa 6 000 MVA. Probabil că în aceste calcule nu se ţine cont cu precizie de curenţii de scurtcircuit injectaţi în reţelele noastre din partea sistemelor energetice ale ţărilor socialiste vecine cu care vom avea în această perioadă mai multe linii de interconectare solide. *Puterea de rupere* a întreruptoarelor este o funcţie directă a puterilor de scurtcircuit din reţele. Problema coordonării acestor două mărimi este o problemă tehnico-economică complexă. În orice caz, coordonarea cea mai raţională a acestor două mărimi (coordonarea puterii de rupere a întreruptorului cu puterea de scurtcircuit a reţelei) prevede o rezervă acoperitoare a puterii de rupere a întreruptorului faţă de puterea de scurtcircuit crescîndă a reţelei, pentru cîteva decenii înainte. Din acest punct de vedere creşterea exigenţei exploatării este pe deplin justificată. Pe de altă parte, se ştie că un comerţ exterior trainic în domeniul întreruptoarelor nu se poate bizui decît pe întreruptoare cu performanţe la nivelul tehnicii moderne, în special la puterea de rupere — parametrul cel mai important şi cel mai greu de asigurat.

— Siguranţa de funcţionare a întreruptoarelor la *deconectarea liniilor în gol şi a transformatoarelor în gol* este o condiţie impusă de exploatare, fiind deosebit de greu de asigurat la unele tipuri de întreruptoare (în special la întreruptoare cu ulei puţin). Problema devine mai acută odată cu lungirea liniilor de transmisiune a energiei electrice din ţara noastră. Uzinei constructoare deseori i se cer garanţii în această privinţă în cererile de ofertă pentru străinătate. În staţiile de încercare de mare putere se desfăşoară o cercetare experimentală sistematică în acest sens, la diferite tipuri de întreruptoare.

— Pare a fi o contradicţie, dar, pe lîngă îmbunătăţirea performanţelor tehnice şi creşterea siguranţei în exploatare, pe zi ce trece, mai intens se pune *problema economicităţii soluţiilor constructive, problema reducerii gabaritului şi*

* Ing. *V. Stanciu* este inginer şef de concepţie la U.E.P.C., ing. *B. Máthé* este şeful serviciului Laborator central al U.E.P.C.

greutății întreruptoarelor, problema înlocuirii materialelor deficitare și scumpe etc. În domeniul reducerii gabaritului și greutății întreruptoarelor, tehnica modernă a obținut succese importante în ultimul timp [2] și este pe deplin justificată exigența crescută a exploatării în această privință. Reducerea prețului de cost al întreruptoarelor contribuie considerabil la reducerea costului stațiilor electrice, ceea ce duce la sporirea incontestabilă a eficacității economice a investițiilor și la electrificarea mai rapidă a țării.

—Problema supratensiunilor de origine internă și externă (atmosferică) a început să frămînte pe zi ce trece tot mai largi cercuri de specialiști din țara noastră. În legătură cu aceste probleme se conturează treptat pretențiile crescute ale exploatării, în ceea ce privește *izolația, nivelul de izolare, metodele de încercare ale izolației întreruptoarelor* de înaltă tensiune. Este reprezentativă, din acest punct de vedere, cererea exploatării, conform căreia toate întreruptoarele care pot fi legate direct la linii aeriene să fie încercate la impuls de tensiune și verificate de preferință la nivelul superior de izolare impus de CEI.

— Cerințele stabilității statice și dinamice au impus ca exploatarea, în mod justificat, să ceară o mai mare *viteză de acționare* noilor întreruptoare construite în Uzinele „Electroputere"-Craiova. Întreruptoarele cu ulei mult și ulei puțin pot să facă față cu greu acestor condiții, în special dacă se are în vedere și necesitatea absolută a RAR în rețelele noastre, așa cum pretinde astăzi exploatarea.

— Exigența crescută a exploatării de a nu mai admite *defecțiuni mecanice* la întreruptoare (contacte nesigure, mecanisme de acționare de reglat, pierderi inadmisibile ale instalației pneumatice, nesimultaneitatea închiderii contactelor, defecte de sudură etc.) a contribuit substanțial la întărirea controlului fabricației întreruptoarelor și, după amploarea mișcării, se prevede în acest sens, lichidarea în scurt timp a tuturor neajunsurilor semnalate.

Situația actuală în fabricația întreruptoarelor

Pînă în prezent Uzinele „Electroputere"-Craiova a fabricat două tipuri de întreruptoare pentru clasele de izolație 6, 10, 15, 35 și 110 kV, și anume: întreruptoarele cu ulei mult pentru 6, 15 și 35 kV și întreruptoare cu ulei puțin pentru 6, 10, 15 și 110 kV. Principalele lor performanțe tehnico-economice comparative, precizate în urma încercării complete de tip, sînt redate în tabela 1.

Tabela 1

Nr. crt.	Caracteristici	Întreruptoare						
		IU-6	IU-15	IU-35	IUP-10	IUP-15	B-200*	IUP-110
1	Tensiunea nominală, în kV	6	15	35	6 10		6 10	110
2	Curentul nominal, în A	600	600	600	600	600	600	600
3	Puterea de rupere, în MVA	100	175	400	200 350	400	200 200	1 300
4	Curent limită dinamic, în kA_m	28,8	34	17,3	52	52	60	33
5	Curent limită termic de 1 s, în kA	34,7	34,8	10,0	30	30	25	21
6	Timpul de deschidere, în s	0,04	0,07	0,12	0,1	0,1	0,12	0,2
7	Greutatea fără ulei, în kg	125	286	1 000	190	220	245	4 200
8	Greutatea uleiului, în kg	48	80	300	10	10	4,2	540
9	Dimensiunile de gabarit, în mm:							
	înălțime	790	1 460	2 500	1 395	1 636	1 155	4 050
	lățime	528	880	1 850	760	1 060	595	1 680
	lungime	476	746	920	574	940	920	4 528
10	Consum de materiale folosite pentru realizarea MVA putere de rupere, în kg/MVA	1,73	2,10	3,25	0,57	0,58	1,25	3,65
11	Spațiul ocupat pentru realizarea MVA putere de rupere (gabarit specific), în mm^3/MVA	$2{,}10^6$	$5{,}5 \cdot 10^6$	$10{,}7 \cdot 10^6$	$1{,}75 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$	$3{,}16 \cdot 10^6$	$23{,}510^6$
12	Resurse materiale cheltuite pentru realizarea 1 MVA putere de rupere, în lei/MVA	22	28,5	81	29,5	26	100	115

* Întreruptor cu ulei puțin, de construcție Sachsenwerk și de fabricație U.E.P.C.

Analizînd datele din tabela 1 rezultă că cele mai bune performanțe tehnico-economice au întreruptoarele cu ulei puțin, de 6, 10 și 15 kV (IUP-10 și IUP-15), la care consumul de materiale folosite, spațiul ocupat și cheltuielile pentru realizarea unui MVA putere de rupere sînt cele mai reduse. Totodată iese în evidență clar că, pe lîngă performanțe slabe din punctul de vedere al puterii de rupere, al greutății și al gabaritului, întreruptoarele IU-35 și IUP-110 dispun de performanțe tehnico-economice slabe. Întreruptorul B-200, de construcție Sachsenwerk, se caracterizează de asemenea, prin per-

formanțe relativ reduse. Întreruptoarele cu ulei mult, de tipul lui IU-6 și IU-15, se situează, din punctul de vedere al performanțelor tehnico-economice, între cele două grupuri menționate mai sus.

Întreruptoarele de fabricație „Electroputere" nu formează o serie unitară și sînt construite după principii complet distincte din punctul de vedere al stingerii arcului electric. Astfel, întreruptoarele IU-6 și IU-15 folosesc principiul ruperii simple a arcului electric sub ulei, întreruptoarele IUP-10 și IUP-15 principiul camerei de stingere cu suflaj de ulei transversal, întreruptorul IU-35 camera Deion, întreruptorul B-200 camera Sachsenwerk cu piston diferențial și întreruptorul IUP-110 camera elastică clasică a firmei Siemens.

Din punctul de vedere al rezervelor de izolație față de tensiunile de ținere recomandate în CEI [3], întreruptorul IU-15 dispune de cele mai mari rezerve, în schimb izolația întreruptorului IU-35 este dimensionată „la limită".

Orientarea actuală a principalelor firme electrotehnice străine în domeniul fabricației întreruptoarelor

Dezvoltarea construcției întreruptoarelor se caracterizează, în ultimul timp, prin două fenomene aparent contradictorii: prin creșterea impetuoasă a performanțelor întreruptoarelor, pe de o parte, și prin descreșterea concomitentă substanțială a gabaritului și greutății acestora, pe de altă parte. Este interesant de reținut că, în general, noile construcții nu se bazează pe principii noi de stingere a arcului electric, ci pe perfecționarea experimentală-constructivă a tipurilor clasice de camere de stingere.

În lumina ultimelor cercetări s-a dovedit că întreruptoarele care au dat cele mai bune rezultate la încercările de rupere în laboratoarele de mare putere ale diferitelor firme electrotehnice sînt cele pneumatice [4]. Jetul de aer comprimat este în stare să lichideze arcul electric în cele mai grele condiții de rupere, dacă ajutajul este dimensional bine ales, în special atunci cînd pentru ușurarea condițiilor de stingere se conectează automat (deseori chiar prin arcul electric), în serie sau în paralel cu locul de rupere, o rezistență (de preferință neliniară). Astăzi toate firmele electrotehnice mai importante din Europa se orientează spre acest tip de întreruptor. Bazîndu-se pe acest principiu, se pot realiza relativ simplu întreruptoare de rețea de foarte înalte tensiuni și de cele mai mari puteri de rupere, precum și întreruptoare de generator pentru centrale gigantice.

Cea mai bogată activitate experimentală și cele mai multe elaborări de noi construcții, astăzi se execută întocmai în domeniul întreruptoarelor pneumatice (cu aer comprimat).

Cu toate că întreruptoarele cu ulei mult au gabarite și greutăți mai mari decît ale întreruptoarelor pneumatice, totuși, datorită simplității lor în fabricație și exploatare, precum și datorită siguranței lor de funcționare, aceste

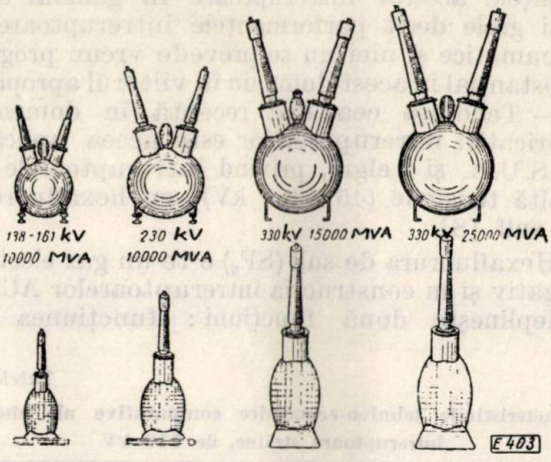


Fig. 1. Noua serie de întreruptoare americane cu ulei mult

întreruptoare sînt în continuă dezvoltare [5], obținîndu-se realizări importante și în acest domeniu [6]. În țări cu climă de iarnă aspră (U.R.S.S., S.U.A., Canada etc.) se pare că această orientare este justificată (fig. 1).

Cele mai bune rezultate au dat construcțiile care se bazează pe principiul stingerii arcului cu un jet forțat de ulei, șoc de ulei (Oil-Impulse Bréaker), realizat printr-un piston mișcat de un resort. Aceste tipuri de camere sînt necesare în special în domeniul curenților mici sau relativ mici, inductivi sau capacitivi, la stingerea cărora celelalte întreruptoare cu ulei mult au dat rezultate nesatisfăcătoare, în special în domeniul tensiunilor foarte înalte.

Este interesant de menționat că la tensiuni mici și mijlocii (3, 6, 10, 15, 20, 35 kV) întreruptoarele cu ulei mult rezistă mai bine decît întreruptoarele cu ulei puțin și sînt utilizate în special pentru celule prefabricate de înaltă tensiune, unde nu este nevoie de o putere de rupere prea mare. Celulele construite pe baza acestor întreruptoare — fabricate de firme engleze, belgiene și franceze — sînt în general mai ieftine și au gabarit mai mic decît acelea construite pe baza întreruptoarelor cu ulei puțin sau pe baza celor pneumatice. Este interesantă orientarea R.D.G. în această privință, care și-a propus să fabrice întreruptoare cu ulei mult, de tipul CO 253—10/400 [7], în perioada cincinalului care urmează, cu toate că în trecut firmele electrotehnice din această țară au fost cei mai consecvenți potrivnici ai acestui tip de întreruptor.

— Întreruptoarele cu ulei puțin au ocupat, pînă în prezent, un loc de frunte în domeniul

tensiunilor mici și medii. Chiar în domeniul tensiunilor înalte și foarte înalte (de la 35 pînă la 420 kV) sînt elaborate construcții care se disting prin gabaritul lor redus, față de puterea de rupere realizată (de exemplu, întreruptoarele firmelor Delle și Alsthom). Performanțele acestor întreruptoare în general sînt mai grele decît performanțele întreruptoarelor pneumatice și nici nu se prevede vreun progres substanțial în acest domeniu în viitorul apropiat.

— Tendința cea mai recentă în domeniul fabricației întreruptoarelor este aceea aplicată în S.U.A. și Belgia, privind întreruptoarele de înaltă tensiune (45—400 kV), cu hexafluorură de sulf [8].

Hexafluorura de sulf (SF_6) este un gaz electronegativ și în construcția întreruptoarelor ACEC îndeplinește două funcțiuni: funcțiunea de izolare la o presiune joasă (2 kgf/cm²), ca uleiul în cazul întreruptoarelor cu ulei mult, și funcțiunea de stingere a arcului electric la o presiune înaltă (14—15 kgf/cm²), similar ca la întreruptoarele pneumatice (cu aer comprimat). Din datele preliminare, incomplete se pare că acest tip de întreruptor poate să se transforme într-un concurent serios al celorlalte tipuri de întreruptoare, în privința performanțelor în viitorii cîțiva ani (tabelele 2 și 3 și fig. 2).

Tabela 2

Caracteristicile tehnico-economice comparative ale cîtorva întreruptoare străine, de 110 kV

Tipul întreruptorului, firma și țara	Puterea de rupere, MVA	Greutatea completului trifazat, kg	kg/MVA	Observații
VVN-10 — U.R.S.S.	6 000	9 000	1,50	IP
VMM-110 — CKD-R.S.C.	3 500	4 290	1,23	IUP
Skoda — R.S.C.	4 000	4 600	1,15	IP
WMVA, Zwar — Alo - R.P.P.	3 500	4 970	1,42	IUP
Vund H — R.F.G.	5 000	—	—	IP
Siemens — R.F.G.	4 000	4 700	1,14	IUP
DCF — BBC — R.F.G.	3 500	4 200	1,20	IP
Delle — Franța	3 500	5 500	1,57	IUP
PRGY — Merlin — Gerin — Franța	5 000	6 300	1,26	IP
OCERF — Galiles — Scarpa — Italia	3 500	3 400	0,97	IUP
TOFQ-15012 — Oerlikon — Elveția	3 700	4 680	1,26	IUP
APF-3111 Sprecher Schuh — Elveția	3 500	6 660	1,9	IUP
ACEC — Belgia	10 000	—	—	Întreruptor cu SF—6

Tabela 3

Caracteristicile tehnico-economice comparative ale cîtorva întreruptoare străine, de 220 kV

Tipul întreruptorului, firma și țara	Puterea de rupere MVA	Greutatea completului trifazic. kg	kg/MVA	Observații
VVN — U.R.S.S.	10 000	15 000	1,5	IP
VVR — Skoda — R.S.C.	10 000	—	—	IP
D_3AF5 — TRO — R.D.G.	7 500	19 800	2,62	IP
D_3AF_6 — TRO — R.D.G.	10 000	9 000	0,9	IP
LROI — V & H	10 000	12 450	1,2	IP
DCVS — BBC — R.F.G.	10 000	10 000	1,0	IP
R-220 E — Delle — Franța	10 000	9 900	0,99	IUP
Oleator — ACEC — Belgia	7 500	6 700	0,895	IUP
ACEC — Belgia	15 000	—	—	Întreruptor cu SF-6

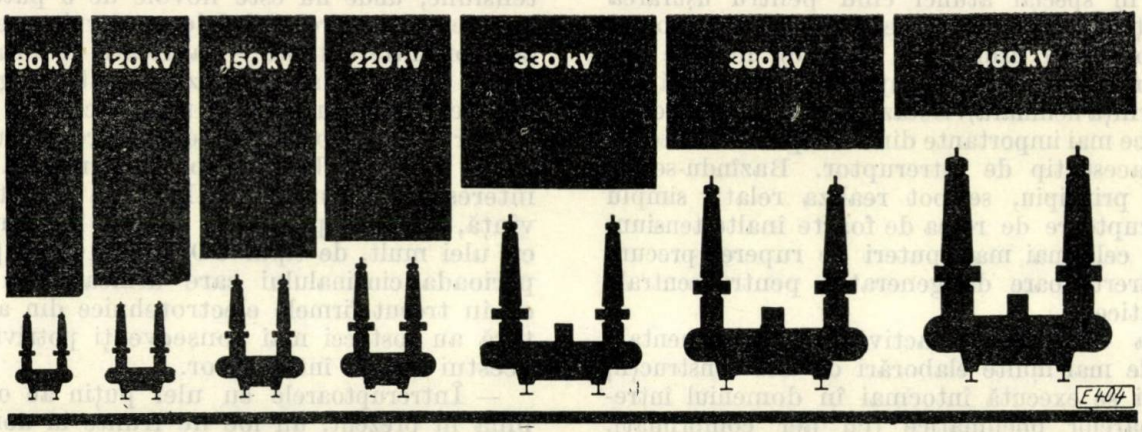


Fig. 2. Seria de întreruptoare cu hexafluorură de sulf (SF_6) ale firmei ACEC-Belgia

Din analiza comparativă tehnico-economică a diferitelor tipuri de întreruptoare fabricate de principalele firme electrotehnice străine, ținînd seamă de cele mai recente tendințe de dezvoltare în domeniul construcției întreruptoarelor de medie și înaltă tensiune, se pot trage următoarele concluzii:

1) Cel mai potrivit tip de întreruptor pentru rețelele de medie tensiune (6, 10, 15, și 35 kV) este cel cu ulei puțin, în cadrul căruia se realizează cele mai bune performanțe tehnice (putere de rupere maximă cu cheltuieli minime de materiale și gabarit redus), la minimum de preț.

2) Pentru centrale gigantice cel mai potrivit întreruptor este și va rămîne cel cu aer comprimat, care nu poate să fie ajuns din urmă din punct de vedere al capacității de comutație, de întreruptoarele cu ulei puțin, la 6, 10 și 15 kV, și din punct de vedere al siguranței de funcționare. Avînd în vedere numărul relativ mic necesar pentru țara noastră din acest tip de întreruptor, pentru planul de perspectivă, calea importului se consideră cea mai rațională.

3) Cel mai potrivit tip de întreruptor pentru rețelele de înaltă tensiune (60, 110, 220 și 380 kV) este cel pneumatic, care satisface în prezent și într-un viitor relativ îndepărtat nevoile rețelelor noastre în plină expansiune.

Problemele de dezvoltare a fabricației întreruptoarelor la uzinele „Electroputere"

Cotitura care urmează să fie făcută la Uzinele „Electroputere"-Craiova în domeniul fabricației întreruptoarelor este condiționată de rezolvarea anticipată a unor probleme de bază, cum ar fi :

1. *Probleme teoretice*

Elaborarea construcției seriei noi de întreruptoare de medie tensiune și de tensiuni înalte și foarte înalte, presupune o pregătire teoretică inițial fundamentală. În cadrul acestei pregătiri, în care ar trebui să ia parte toate instituțiile de specialitate (ICET, ISPE, Institutul de energetică al Academiei R.P.R. etc.) pe lîngă Uzinele „Electroputere", ar trebui analizate amănunțit toate solicitările electrice, mecanice, termice etc, — care pot să apară în rețelele concrete și de perspectivă ale R.P.R. — la care trebuie să reziste întreruptorul proiectat azi, chiar și peste cîteva decenii. Aceste solicitări sînt formulate în două lucrări publicate în această revistă [1] și [4]. Cazurile de avarie ale întreruptoarelor trebuie analizate în detaliile cele mai mărunte. Sînt interesante considerațiile lui C. Dubois [2] privind „defectele consecutive" și „defectele kilometrice" în această privință. Evident că acest studiu multilateral trebuie să aibă o puternică bază experimentală (măsurători de frecvențe proprii, viteze de restabilire direct în rețele, măsurarea supratensiunilor de comutație și a celor atmosferice pe modele etc.). În elaborarea noilor construcții, o importanță deosebită au principiile de coordonare a izolației echipamentului electric de înaltă tensiune. Trecerea la fabricația întreruptoarelor pneumatice presupune lămurirea teoretică și experimentală profundă a fenomenelor gazodinamice în funcționarea acestora. În laboratorul uzinal trebuie construit un tunel gazodinamic și studiate diferitele ajutaje, supape, care pot să fie luate în considerare. Literatura de specialitate din țara noastră trebuie să fie îmbogățită cu lucrări originale în acest domeniu.

2. *Probleme constructive*

Proiectarea seriei noi de întreruptoare trebuie să fie condusă după principiul, unanim recunoscut de toate firmele electrotehnice din lume, al seriei unitare. Trebuie elaborată o serie unitară de întreruptoare cu ulei puțin pentru tensiuni medii, pînă la 35 kV inclusiv, și o serie de întreruptoare pneumatice pentru tensiuni mai înalte. Trecerea la aceste două serii de întreruptoare poate să fie efectuată într-un timp mai scurt la Uzinele „Electroputere", deoarece, spre deosebire de alte firme cu mare vechime, cu înzestrare tehnică specială și cu „prejudecăți" în mentalitatea clienților, aceste uzine nu sînt legate de binecunoscutele forțe de inerție ale tradiției, aici existînd condiții obiective pentru un progres tehnic rapid în acest domeniu. Evident că ambele serii de preferințe din punct de vedere constructiv trebuie să se bazeze pe sistemul elementelor constructive [4].

După acest principiu, problema stingerii arcului electric și problema izolației — cele două probleme fundamentale ale proiectării întreruptoarelor — se rezolvă simplu prin legarea în serie a camerelor de stingere (blocurilor de stingere) sau a elementelor izolante unitare.

În caz că se va pune problema cumpărării licenței, atunci din datele publicate rezultă că pentru întreruptoare de medie tensiune, cel mai potrivit tip ar fi întreruptoarele HK-HG al firmei Delle, iar pentru întreruptoare de înaltă tensiune, noua construcție de întreruptor pneumatic elaborat în R.D.G., de tipul D_3 AF_6. Actualul tip de întreruptor IUP-110 poate fi ameliorat prin modificarea construcției camerei de stingere, mărind puterea de rupere de la 1 300 pînă la 2 500 MVA, dar și în caz de succes acest tip de întreruptor nu va putea fi folosit în toate punctele din rețeaua națională la nivelul anului 1965.

În domeniul dispozitivelor de acționare a întreruptoarelor trebuie continuată munca începută în anul precedent pentru cercetarea teoretică și experimentală a acestora [9].

Analog ca la proiectarea mașinilor electrice sau la transformatoare de putere, proiectarea întreruptoarelor trebuie să fie orientată spre seriile unitare, după sistemul elementelor constructive, soluția cea mai avantajoasă pentru fabricația întreruptoarelor din țara noastră din toate punctele de vedere.

3. *Probleme tehnologice*

Ca orice modificare în fabricație, și trecerea la fabricația celor două serii unitare de întreruptoare va pune cîteva probleme tehnologice speciale. În cazul de față se conturează trei probleme care urmează să fie rezolvate în Uzinele „Electroputere" și în fabricile subfurnizoare ale acestora, și anume :

a) *Problema materialelor.* Pentru noile construcții este necesar să se realizeze materiale

electroizolante superioare, cu foarte mare rezistență mecanică. Acestea sînt realizate din țesături de sticlă și rășini sintetice la întreruptoare de tensiuni medii și dintr-un porțelan special (steatită), la întreruptoare de înaltă tensiune.

b) *Problema etanșării comstrucțiilor* se pune în special la întreruptoare pneumatice și la dispozitive de acționare pneumatice. Uzinele „Electroputere" au o experiență considerabilă în această privință, în urma fabricației timp de cîțiva ani a dispozitivelor de acționare pneumatică a întreruptoarelor [10].

Este adevărat că la circa 20 kgf/cm² presiune a aerului, la care se realizează stingerea arcului electric în întreruptoarele pneumatice, se pun exigențe mai serioase, din punctul de vedere al etanșării construcției, decît la presiunea de 4,5 kgf/cm² a dispozitivelor de acționare pneumatică, totuși problema se consideră rezolvabilă, avînd în vedere succesele recent obținute în țara noastră în tehnica frigului, unde se impun condiții mai severe în această privință.

c) *Problema preciziei crescute la prelucrări mecanice* se consideră rezolvabilă, avînd în vedere experiența de cîțiva ani a Uzinelor „Electroputere", unde s-a dovedit că un salt calitativ în această privință este pe deplin posibil.

4. *Probleme de norme și standarde*

În urma dezvoltării accelerate a fabricației întreruptoarelor și a dispozitivelor de acționare, standardele naționale STAS 3 686 și STAS 4 195 au devenit inactuale, nemaicontribuind la îmbunătățirea continuă a produselor din acest domeniu. Aceste standarde trebuie revizuite, completate și modificate după ultimele realizări pe plan mondial, avînd în vedere și experiența Uzinelor „Electroputere" în acest domeniu. La baza refacerii standardelor menționate mai sus trebuie să stea recomandările CEI (publicațiile 56—1; 56—1 a, 56—2, 56—3, Régles de CEI pour les disjoncteurs à courant alternatif) și recomandările pe linie CAER. Trebuie precizat prin normalizare definiția puterii de rupere a întreruptoarelor, curenții nominali, scara de puteri de rupere, condițiile de încercare în scurtcircuit a întreruptoarelor (frecvențele proprii, coeficienții de amplitudine, ciclurile obligatorii etc.), condițiile de evaluare și echivalare a încercărilor indirecte (sintetice) etc.

5. *Problema încercării întreruptoarelor*

S-au realizat o serie de succese în efectuarea probelor de laborator pentru întreruptoare și dispozitivele lor de acționare (încercări de tensiune la 50 Hz și impuls (uscat și în ploaie), determinările cu mare precizie a parametrilor neelectrici prin metode electrice, etc. Totuși, cea mai importantă și mai grea problemă nu a fost încă rezolvată, și anume aceea a încercărilor în regim de scurtcircuit. Pentru aceasta este necesar laboratorul de încercări pentru puterile de rupere și curenții de stabilitate termică și dinamică. Acest laborator este de altfel necesar și pentru alte scopuri: încercările transformatoarelor pentru stabilirea rezistențelor mecanice la scurtcircuit, ale transformatoarelor de măsură etc. Fără un astfel de laborator nu este posibil de realizat progrese în construcția aparatajului de comutare de înaltă tensiune, deci nici în domeniul întreruptoarelor.

Bibliografie

[1] *Avramescu, A.*: Solicitările echipamentului stațiilor de foarte înaltă tensiune. Electrotehnica **7** (1959) 12, 418—427.

[2] *Dubois, C.*: Technique moderne dans le domaine des disjoncteurs à très haute tension. Document intern, Conferința ținută la București în 26.04.1961, de reprezentantul firmei Alsthom.

[3] CEI — publicația 71: Directives pour la coordonation de l'isolement, Geneva, 1958.

[4] *Avramescu, A.*: Principiile tehnico-economice ale construcției echipamentului de foarte înaltă tensiune. Electrotehnica **8** (1960) 1, 2, 11.

[5] *Balentine, C.T., Darow, K.G.*: The results of 7 years experience with high- capacity outdoor oil circuit — Breakers. Aiee Transactions **74**, P. III, (1955), 665—671.

[6] *Leeds, W. M, Easley, C. J.*: A new milestone în circuit — Breaker interrupting capacity — 25 000 000 kVA at 330 kV. AIEE Transact. **73**, P. III A (1954) 304—313.

[7] Fabrikations program — TRO (1961—1965).

[8] *Deleyoy V.* et *Cassalette, F.*: Les disjoncteurs haute-tension à hexafluorure de soufre. Revue-ACEC (1960) 2.

[9] *Máthé, B* și *Máthé, S.*: Calculul și experimentarea dispozitivelor de acționare ale întreruptoarelor de înaltă tensiune. Electrotehnica **9** (1961), 307—313.

[10] *Máthé, S., Máthé, B.*: Calculul, construcția și experimentarea dispozitivelor de acționare pneumatică a întreruptoarelor. Electrotehnica **9** (1961) 2, 58—64.

[11] *H. Thommen*: The most recent progress in the field of airblast circuit breakers. CIGRÉ, 1956, ref. nr. 19.

[12] *E. Vogelsanger, P. Joss*: Latest investigations of minimum oil circuit breakers. CIGRÉ, 1956, ref. nr. 130.

Notă

Despre o compensare a neechipotenţialităţii contactelor Hall

David Fränkel * — Timişoara

CZ 538.632 : 621.3.08.78

La traductoarele Hall sînt, constructiv, greu realizabile contacte Hall echipotenţiale. De regulă, între contactele Hall (fig. 1) *3* şi *4* există, în lipsa inducţiei magnetice, o diferenţă de potenţial, numită tensiunea nulă, ce se cere a fi

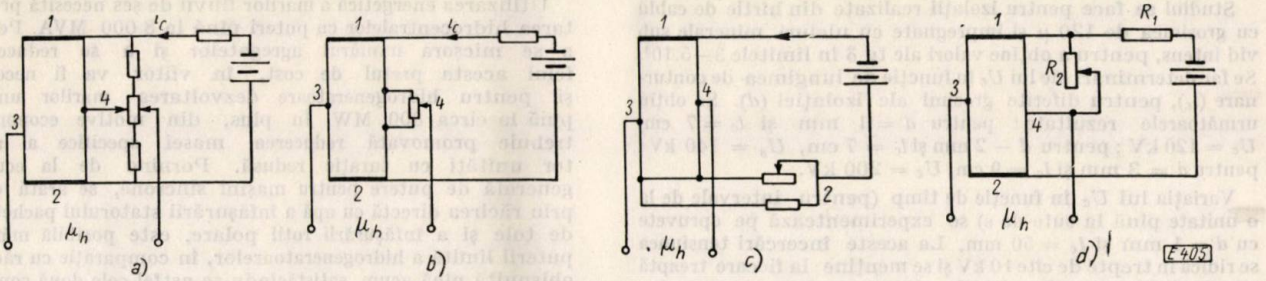


Fig. 1.

compensată. Principalele scheme de compensare date în literatură sînt reprezentate în figura 1.

Schemele potenţiometrice *a* şi *b* introduc în serie cu galvanometrul rezistenţe mari, prin care se limitează sensibilitatea măsurării. Schemele *b* şi *c* necesită cinci contacte în loc de patru. La schemele *c* şi *d* compensarea se obţine prin modificarea liniilor de curent şi deci a celor echipotenţiale. La schema *d* această modificare este în funcţie de raportul dintre rezistenţa R_2 şi rezistenţa sondei, între punctele *1* şi *3*, R_{13}. Deoarece R_{13} variază cu temperatura şi inducţia magnetică, compensarea este riguroasă numai pentru valorile date ale acestora. Schema *d* mai are dezavantajul că generatorul Hall debitează pe rezistenţa R_2, comparabilă cu rezistenţa sa interioară R_{34}, şi deci tensiunea $V_3 - V_4$ se micşorează şi sensibilitatea măsurării scade.

Aceste neajunsuri ale schemei *d* se pot elimina la generatoare de rezistenţă mică, conectînd rezistenţa în paralel, R_2, înaintea rezistenţei de limitare a curentului de comandă R_1 (fig. 2.)

Compensarea este în acest caz funcţie de raportul rezistenţelor R_2 şi $R_1 + R_{13}$, care este independent de variaţiile rezistenţei R_{13} deoarece $R_1 \gg R_{13}$. Totodată generatorul Hall funcţionează practic în gol, deoarece rezistenţa $R_1 + R_2$, peste care el debitează, este foarte mare.

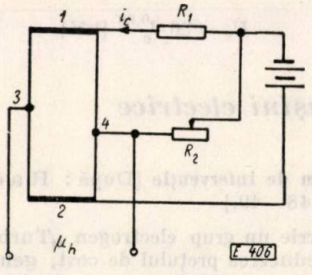


Fig. 2.

Rezultatele experimentale confirmă avantajele modificării propuse a schemei *d*, care devine astfel cea mai avantajoasă.

* Ing. *Fränkel D.* este conferenţiar la Institutul politehnic, Timişoara.

Documentare

621.3 *Electrotehnică generală*

CZ 621.3.015.533 : 621.315.614.64

Descărcări de-a lungul straturilor izolaţiei de hîrtie-ulei în curent continuu. [După : C. S. Kucinskii şi D. A. Kaplan, Vestnik Elektroprom, **31** (1960) 6, 50 — 52, 4 fig., 4 ref. bibl.]

Pentru aparatajul electric de foarte înaltă tensiune, lucrînd în curent continuu, este foarte importantă determinarea tensiunilor de conturare (U_c), de-a lungul izolantului din hîrtie-ulei.

Studiul se face pentru izolaţii realizate din hîrtie de cablu cu grosimea de 120 μ şi impregnate cu uleiuri minerale sub vid intens, pentru a obţine valori ale tg δ în limitele $3-5.10^3$. Se fac determinări ale lui U_c în funcţie de lungimea de conturnare (l_c), pentru diferite grosimi ale izolaţiei (d). Se obţin următoarele rezultate : pentru $d = 1$ mm şi $l_c = 7$ cm, $U_c = 120$ kV ; pentru $d = 2$ mm şi $l_c = 7$ cm, $U_s = 140$ kV ; pentru $d = 3$ mm şi $l_c = 9$ cm, $U_c = 200$ kV.

Variaţia lui U_c în funcţie de timp (pentru intervale de la o unitate pînă la sute de s) se experimentează pe epruvete cu $d = 1$ mm şi $l_c = 50$ mm, La aceste încercări tensiunea se ridică în trepte de cîte 10 kV şi se menţine la fiecare treaptă cîte 5 şi 30 min. Rezultatele obţinute sînt următoarele : $U_c = 109$ kV (la ridicarea lentă a tensiunii) ; $U_c = 88$ kV (la menţinerea tensiunii cîte 5 min) ; $U_c = 92$ kV (la menţinerea tensiunii cîte 30 min).

Se ajunge la o formulă empirică pentru determinarea lui U_c în funcţie de l_c , pentru o grosime a izolaţiei din hîrtie-ulei de 1 mm :

$$U_c = 26 \cdot l_c^{0,68} \text{ [kV]}.$$

B.A.

621.313.3 *Maşini electrice*

CZ 621.311.8

Grup electrogen de intervenţie [După : Radunz, Elektrie **15** (1961) 2, 48—49.]

Autorul descrie un grup electrogen „Turbolekt" 9 526, la care, pentru reducerea preţului de cost, generatorul electric este antrenat de o turbină cu gaze. Articolul începe cu o comparaţie făcută între micile turbine cu gaze şi motoarele Diesel şi se ajunge la concluzia că primele sînt de preferat la grupurile de care este vorba. Turbina utilizată se caracterizează printr-un volum redus şi o greutate mică, fiind astfel adecvată pentru instalaţiile mobile.

În continuare se dau amănunte constructive ale turbinei : compresorul, dispozitivul de reducere a vitezei, camera circulară de ardere, inclusiv sistemul de injectare, circulaţia combustibilului, reglajul ungerii etc.

Puterea turbinei este de 130 CP la o turaţie de 32 000 rot/min şi o circulaţie de aer de 1,46 kg/s. Pot fi utilizaţi diferiţi combustibili începînd cu uleiul pentru motor Diesel, apoi păcura rafinată, simplu sau dublu, petrolul, benzina şi cherozina. În cîteva diagrame sînt reprezentate consumurile specifice, temperaturile la eşapare etc., în funcţie de încărcarea turbinei.

Generatorul este de o construcţie specială, reglînd tensiunea în limitele $\pm 2,5$ % la o variaţie a turaţiei cu 3 % între mersul în gol şi plină sarcină. În realitate nu intervin însă nici la şocuri de sarcină variaţii ale turaţiei mai mari de ± 1 %. Generatorul este puţin supradimensionat (125 kVA), avîndu-se în vedere utilizarea agregatului în diferite climate (temperaturi ridicate, umiditate). La modelul descris nu există posibilitatea unei comutări stea/triunghi însă la modelul nou, care va apare anul acesta şi care va lucra la 3 000 rot/min, va fi posibilă conectarea stea/triunghi şi se va micşora şi greutatea pe kVA.

Pornirea se produce prin apăsarea pe butonul de comandă. Turaţia în gol se obţine în 20 s, cînd grupul poate fi încărcat. Generatorul are o durată de funcţionare nelimitată, iar turbinei îi trebuie schimbat rotorul după o funcţionare de 5 000 ore. Numărul pieselor din care este compusă turbina de gaze reprezintă doar 26 % din piesele unui motor Diesel de aceeaşi putere.

C.G.

CZ 621.313.322—82

Tendinţe de dezvoltare în construcţia hidrogeneratoarelor [După : W. Mönnig, Elektrie **15** (1961) 5, 153—157, 7 fig., 7 ref. bibl.]

Utilizarea energetică a marilor fluvii de şes necesită proiectarea hidrocentralelor cu puteri pînă la 8 000 MVA. Pentru a se micşora numărul agregatelor şi a se reduce în felul acesta preţul de cost, în viitor va fi necesară şi pentru hidrogeneratoare dezvoltarea marilor unităţi pînă la circa 800 MW. În plus, din motive economice, trebuie promovată reducerea masei specifice a acestor unităţi cu turaţie redusă. Pornind de la ecuaţia generală de putere pentru maşini sincrone, se arată cum, prin răcirea directă cu apă a înfăşurării statorului pachetului de tole şi a înfăşurării roţii polare, este posibilă mărirea puterii limită a hidrogeneratoarelor, în comparaţie cu răcirea obişnuită pînă acum, satisfăcîndu-se astfel cele două condiţii iniţiale. Problemele care apar sînt perfect rezolvabile fără a se produce vreo reducere a siguranţei în funcţionare şi a parametrilor de exploatare. Este de aşteptat ca după desăvîrşirea diferitelor elemente constructive şi după dobîndirea experienţei practice, după un timp tehnica răcirii directe cu apă distilată a conductoarelor să se introducă şi la maşini sincrone mai mici, din cauza economiei de material de circa 50 %.

A.S.

621.314.6 *Redresoare*

CZ 621.314.622

Deparazitarea redresoarelor de înaltă tensiune pentru filtre electrice. [După : R. Mockel, W. Kühne, Elektrie **14** (1960) 6 supl. Elektrofertigung, 44—46,6 fig., 6 ref. bibl.]

Tensiunea continuă de 30—60 kV, necesară alimentării filtrelor electrostatice, este obţinută din redresoare mecanice de înaltă tensiune, în care o cruce sau un disc cu patru segmente în rotaţie sincronă redresează curentul alternativ sau trifazat într-un curent continuu pulsatoriu. Din cauza descărcărilor variabile cu sarcina, produsă între segmentele de alimentare şi cele receptoare, iau naştere oscilaţii de înaltă frecvenţă. Deparazitarea obligatorie a acestor aparate este legiferată în R.D.G. Cuştile reprezintă azi cea mai eficace ecranare a redresoarelor mecanice. Experienţele făcute cu cuşti Faraday şi cu metalizări prin stropire nu au oferit o deparazitare satisfăcătoare. Cuşca Faraday cu ochiuri de 3 mm nu dă ecranarea necesară pentru o recepţie de televiziune în bune condiţii. În R.D.G. se prevede azi pentru redresoarele mecanice de înaltă tensiune ale filtrelor electrice o atenuare prin ecranare de minimum 60 dB, ceea ce se poate obţine numai printr-o cuşcă continuu închisă. Eficacitatea acesteia se bazează pe ecranul electromagnetic ; prin ecranul electromagnetic curg curenţi turbionari care produc un cîmp opus cîmpului electromagnetic al sursei de perturbaţii, cele două cîmpuri fiind opuse, se compensează mai mult sau mai puţin. Eficienţa ecranării depinde de calitatea execuţiei cuştii, putînd atinge atenuări de 100 dB corespunzătoare unui coeficient de ecranare de 1 : 100 000. Eficacitatea ecranării se menţine pînă la cîteva sute de MHz. Curenţii turbionari trebuie să găsească o bună conductibilitate în toate direcţiile. Spaţiile ecranate pentru gamma u.u.s. nu trebuie să fie prea mari, căci se produc întreruperi ale atenuării dacă lungimea de undă este de ordinul dimensiunilor cuştii, care trebuie, pe cît posibil, să difere de fracţiunile sau multiplii de ordin par ai lungimii de undă de ecranat. De asemenea, lungimea diagonalei unui perete al ecranării nu trebuie să fie într-un raport par sau un

multiplu întreg al lungimii de undă de ecranat. Cabinele redresoarelor vor fi deci blindate pe toate părțile cu foi de tablă galvanizată de 0,5 mm. Ecranarea electromagnetică se poate face cu tablă din material feromagnetic (Fe) sau nemagnetic (de exemplu Cu), pe cînd la ecranarea magnetostatică nu se admite decît material feromagnetic. În articol se indică toate dimensiunile și detaliile constructive pentru obținerea unei ecranări reglementare și eficace.

A.S.

621.315.2 *Cabluri*

CZ 621.315.21 : 621.317.333.6

Încercarea profilactică a izolației rețelelor de cablu. [După : B. M. Baranov, Electriceschie Stanții **32** (1961) 2, 55—59, 1 fig., 1 tab.]

În rețelele de cablu care se găsesc, în principal în orașe, încercarea profilatică a cablurilor este necesară pentru prevenirea eventualelor deranjamente. Autorul descrie încercările prevăzute de norme și scoate în evidență faptul că, deși acestea sînt bine întocmite, ele sînt insuficiente pentru a fi aplicate la rețelele de cabluri de întindere mare, unde manevrele sînt greu de făcut la intervale scurte de timp.

Se face o analiză critică a posibilităților de aplicare a normelor schimbînd valoarea tensiunii aplicate sau micșorînd durata intervalului între două încercări și rezultă dificultățile din ambele situații. Autorul a experimentat apoi metoda aplicării unei tensiuni continue pe nulul transformatorului în funcțiune, care a condus la rezultate bune. Pe baza experienței dobîndite se fac propuneri pentru reducerea valorii tensiunii, introducerea declanșării automate a bobinelor și reducerea stingerii în timpul încercărilor precum și reducerea numărului de încercări (de ridicare a tensiunii). Metoda modificată, propusă de autor, a dat rezultate bune în exploatare ; ea este simplă și nu necesită scoaterea rețelei din funcțiune.

P. B

CZ 621.315.21.027.3 : 621.317.333.4

Rezultate recente obținute în localizarea amorsărilor intermitente pe cablurile de înaltă tensiune [După : H. Wechsung El., Wirtschaft, **60** (1961) 5, 139 — 141, 5 fig., 4 ref. bibl.]

În caz de incident, cablurile de transport de energie și în particular cablurile coaxiale cu izolanți sintetici, pot să sufere o astfel de transformare a punctului defect încît străpungerea se reproduce numai în sarcină însă prezintă în același timp o valoare bună a rezistenței de izolație, fapt care nu permite găsirea locului defectului prin metodele cunoscute de localizare. Se descriu rezultatele măsurilor recente obținute prin utilizarea metodei de impulsie, pusă recent la punct care atinge precizia dată de metoda buclei. Ținînd seama de rezultate, pare avantajoasă utilizarea de la început a acestei noi metode de măsură în localizarea defectelor pe cabluri de transport de energie în așa fel încît să se evite producerea unui defect franc care cere adesea un timp prețios și de a crea astfel condiții favorabile în vederea unei localizări precise care este eventual necesar.

P·B

CZ 621.315.21 : 621.316.93

Protecția cablurilor pozate în galerii împotriva trăsnetului [După : E. Foretay și R. Ruchet, Bull. ASE, **52** (1961), 2, 33—39, 18 ref. bibl.]

Se arată că un cablu subteran, chiar dacă este pozat la o mare adîncime, nu este ferit de loviturile de trăsnet ; pericolul de străpungere crește atunci cînd conductibilitatea solului este slabă sau dacă structura sa este eterogenă, pentru că în acest caz curenții de trăsnet, în loc să se repartizeze uniform, pot să se concentreze în falii. S-a demonstrat de către prof. Berger că în cazul rocilor primitive omogene, chiar la sute de metri adîncime, în munte, pot avea loc lovituri de trăsnet de tensiuni ridicate între conductorii cablului și apa din tunel. Se indică și se studiază mijloacele de protecție ca : întărirea izolației, creșterea componentei inductive a impedanței cămășii metalice, realizarea unei cămăși metalice de rezistență ohmică foarte mică. Studiile privind comportarea acestor cabluri au fost făcute cu ajutorul unui generator de impuls de tensiune și a unui oscilograf catodic de înaltă tensiune. Rezultatele încercărilor arată ce anume tip de cablu poate fi folosit ; astfel, rezistența acestor cabluri cu învelișuri bobinate în sens invers este cuprinsă între 0,4 și 1 Ω/km, valoare de același ordin de mărime cu cea a mantalelor de plumb. Aceste valori sînt, practic, suficiente pentru cea mai mare parte a cazurilor.

F. T.

621.315.61/2 *Materiale izolante. Izolatoare*

CZ 621.315.611.027.8

Izolația compusă în construcții electro-izolante de înaltă tensiune. [După : N. I. Baciurin, Vestnic Electroprom. **31** (1960) 4, 33—35, 6 fig.]

În cazul unii izolații formate din doi dielectrici, rigiditatea dielectrică a dielectricului (B) va fi :

$$E_{Bn} = \frac{U}{l_{Bn} + l_A \frac{\varepsilon_B}{\varepsilon_A}}$$

în care : ε_A și ε_B sînt constantele lor dielectrice ; l_A și l_B — lungimile liniilor de forță ; U — tensiunea totală aplicată izolației compuse ; n — numărul de linii de forță.

Construindu-se curbele de variație a (E_{Bn}) în funcție de lungimea totală a liniilor de forță (l_{Bn}) și comparîndu-se cu rigiditatea dielectrică a materialului izolant (B) se poate verifica aparatul electric din punct de vedere al alegerii juste a distanțelor de izolație. În acest sens se fac încercări pentru două tipuri de construcții : 1. Izolația turnată a unui transformator de curent cu cei doi dielectrici : (A) rășina epoxidică și (B) aerul. 2. Izolația din hîrtie-ulei tot a unui transformator de curent : (A) hîrtia-ulei și (B) uleiul. În ambele cazuri se trasează curbele de mai sus.

Studiindu-se tensiunea de ionizare efectivă (U_{ie}) se găsește formula :

$$U_{ie} = 91 \sqrt{\frac{\delta}{\varepsilon}} \text{ kV},$$

unde : δ este grosimea izolației în cm, iar ε — constanta dielectrică a izolantului (A).

A. B.

CZ 621.315.611.015.53

Considerații asupra descărcărilor din aparatajul de înaltă tensiune [După : J. Koreniq, Elektrie **14** (1960) 5, 153—156, 10 fig., 2 ref.]

Pe cît este posibil descărcările în funcționarea aparatajului de înaltă tensiune trebuie evitate. În acest caz sînt importante atît determinarea locului descărcării, cît și a eventualei micșorări a rigidității izolației. Descărcările sînt mai periculoase pentru dielectricii solizi la care repetarea lor duce la o ardere treptată urmată de străpungere ; la dielectricii lichizi, circulația lor produce evacuarea produselor arderii din locul în care aceasta s-ar fi produs. Localizarea descărcării printr-o măsurătoare necesită un cuplaj capacitiv între înfășurarea măsurată și dispozitivul de măsură, un capăt al înfășurării fiind legat la pămînt. Descărcarea se localizează inversînd între ele cele două capete și măsurînd atenuarea de-a lungul înfășurării. În general, acolo unde apar mai multe locuri cu descărcări, se determină locul care dă nivelul minim de perturbații. Se prezintă variante ale acestei metode. O altă metodă de localizare a descărcărilor se bazează pe schimbarea culorii materialelor. La încercarea unui izolator de trecere s-a folosit un amestec de făină de grîu și lac de bachelită. Vopselele termocolore permit determinări mai precise, căci virează la tempera-

turi cunoascute. Măsurarea perturbaţiilor de înaltă frecvenţă nu constituie indicaţii sigure, de aceea trebuie folosite cu multă prudenţă. Tensiunea la care apare un nivel măsurabil al perturbaţiei, adică tensiunea iniţială constituie o indicaţie importantă. Ea se determină pentru transformatorul de putere, introducînd şi un coeficient de siguranţă, din formula :

$$U_i = 1{,}25\ \sqrt{3},\ U_{fază}\ ;$$

aceasta nu constituie o garanţie că transformatorul va suporta tensiunea de încercare. O mărire bruscă a tensiunii de ionizare poate duce la străpungere. Mult mai periculoasă este creşterea treptată a tensiunii perturbatoare. Uleiurile izolante rezistă multă vreme la descărcări de intensitate mică. Dacă există aer în izolaţie, tensiunea iniţială creşte în timp. În oscilograme se pot deosebi descărcările luminoase în aer, care se înregistrează ca fascicule de impulsuri şi descărcările în ulei, care se prezintă sub forma cîtorva impulsuri de amplitudine mare. În curbele ridicate cu aparate înregistratoare, descărcările luminoase apar periodic cu o medie aproape constantă, iar efluviile şi străpungerile parţiale ca o imagine neliniştită cu impulsuri neregulate de mare amplitudine.

A. S.

CZ 621.315.616.9 : 621.315.33 + 621.315.211

Materiale plastice utilizate în izolarea firelor şi cablurilor [După : G. Senarclens, Bull. ASE, **51** (1960), 24, 1245—1256, 10 refer. bibl.]

Se descriu principalele materiale plastice artificiale utilizate la fabricarea firelor şi cablurilor, atît ca izolanţi electrici, cît şi ca protecţii mecanice şi chimice ; constituţia lor, proprietăţile, avantajele, sînt prezentate pe scurt, indicîndu-se evoluţia pe care au suferit-o în timp pentru a ajunge la calităţile pe care le oferă astăzi şi care permit înlocuirea materialelor convenţionale : hîrtie, cauciuc, plumb. Materialele plastice utilizate astăzi în izolarea conductorilor electrici : policlorura de vinil, polietilena, stiroflexul, teflonul, au avantaje importante asupra izolanţilor care i-au precedat. Ele nu sînt higroscopice, iar permeabilitatea la vaporii de apă este foarte mică. Rezistenţa de izolare a firelor rămîne mult timp bună, chiar dacă mantaua unui cablu a fost deteriorată. De asemenea, rezistă mai bine decît hîrtia la solicitări mecanice, multe dintre ele sînt incombustibile, iar punerea în fabricaţie este mai simplă. Sînt prezentate tabele cu valori comparative şi caracteristici ale noilor materiale.

Problema fisurării cămăşilor cablurilor în PVC sau polietilenă, sub efectul combinat al solicitărilor mecanice, a razelor ultraviolete şi substanţelor chimice, se tratează pe larg ; de asemenea, se indică situaţiile cînd cămăşile de plumb ale cablurilor pot fi înlocuite cu cămăşi din material plastic.

F. T.

CZ 621.315.616.96

Cleiuri conductoare [După : ing. Wetzel, Elektrie, **15** (1961) 2, 12—15.]

Pentru fixarea benzilor metalice subţiri la instrumentele electrice se utilizează răşini epoxidice cu adaos de pulbere de metal, care le fac conductoare. Autorul descrie experienţa efectuată la şcoala tehnică Ilmenau, în care variază atît răşinile, praful conductor cît şi benzile sau sîrmele care urmează să fie lipite. Sînt descrise întîi lucrările pregătitoare ale experienţelor, cum ar fi curăţirea prealabilă a suprafeţelor de lipit, încălzirea lor etc.

Dintr-o diagramă, conţinînd valorile experimentale, reiese că rezistenţa electrică a legăturii obţinute prin cleiul conductor scade pe măsură ce creşte presiunea utilizată la lipire (maximum 2,5 kp/cm²). Urmează apoi o serie de curbe, arătînd variaţia rezistenţei mecanice şi electrice în funcţie de mărimea particulelor metalice, de procentajul răşinei etc.

În privinţa materialului din care sînt confecţionate benzile, care urmează să fie lipite, se arată că la aluminiu pur rezistenţa electrică a punctelor lipite este mai mică decît în cazul benzilor din Al Cu Mg Pb. În schimb, la acestea din urmă rezistenţa mecanică este de 160 kp/cm² faţă de 75 kp /cm² la Al. Şi calitatea răşinei (poliesterică, epoxidică etc.) influenţează valoarea rezistenţei electrice şi mecanice.

Toate valorile din diagramele de mai sus sînt redate apoi într-o tabelă generală, care — în funcţie de procentajul şi de felul răşinei, de praful metalic şi de materialul benzilor de lipit — indică rezistenţa electrică şi rezistenţa mecanică de forfecare.

S-a stabilit apoi curentul maxim cu care poate fi încărcat un punct de lipire, stabilindu-se că la 0,4 A/mm² (de suprafaţă lipită) cleiul este distrus. Ultimele experienţe se referă la variaţia rezistenţei electrice o dată cu îmbătrînirea lipiturii.

În încheiere autorul dă indicaţii privind condiţiile cele mai favorabile (calitatea răşinei, metalul de umplutură şi structura sa, presiunea la lipire etc.) la executarea unei astfel de lucrări.

G. C.

CZ 621.315.624.4

Influenţa formei izolatorului cap de linie asupra mărimii tensiunii de conturnare sub ploaie [După : E. V. Kalinin, El. Stanţii **32** (1961) 5, 62—65, 6 fig., 3 tab.]

Mărimea tensiunii de conturnare depinde de cantitatea şi structura ploii, de forma şi de dimensiunile izolatoarelor.

La începutul lucrării se arată condiţiile de experimentare : 1) pentru fiecare lanţ de izolatoare s-au făcut cel puţin cîte şase măsurători, intervalul între ele fiind de 1 min ; 2) intensitatea ploii obţinută cu o instalaţie corespunzătoare a fost reglată la 2—3 mm/min, ea fiind formată din picături de 0,35 — 0,75 mm şi cu o rezistenţă de 12—13 kr cm.

Datele obţinute raportate la condiţiile normale sînt prezentate sub formă de diagramă care reprezintă variaţia tensiunilor de conturnare sub ploaie, funcţie de lungimea constructivă a lanţului etc. şi în tabele pentru diferite tipuri de izolatoare. Se menţionează, în esenţial, că : 1) dispersia valorilor măsurate este mare atingînd 6,7 % (faţă de medie) ; 2) tensiunea de conturnare nu depinde de prezenţa unei armături metalice la partea inferioară ; 3) tensiunea de conturnare, respectiv gradientul, este cu atît mai mare cu cît este mai mic raportul dintre înălţimea şi diametrul izolatorului şi cu cît este mai redusă partea metalică ; 4) rezultatele obţinute, comparate cu cele străine, sînt apropiate de acestea, curbele avînd aceeaşi formă de variaţie. Datele obţinute sînt utile proiectării pentru stabilirea numărului de izolatoare în lanţ la un anumit nivel de izolaţie dorit.

CZ 621.315.624 : 621.317.333.82

Conturnarea lanţurilor de izolatoare cu tensiune de impuls [După : I. G. Pulavskaia, Izvestia Academii Nauc S.S.S.R., Energetika i Avtomatica (1961) 1, 24—31, 7 fig., 10 ref. bibl., 2 tab.]

În articol se analizează modul de conturnare a izolatoarelor la unde de impulsie cu pantă >3 MV/μs, pe baza rezultatelor cercetărilor experimentale efectuate de autoare. La început se face un studiu critic istoric cu privire la rezultatele obţinute de către diferiţi autori în analizarea descărcărilor la durate reduse ale frontului şi a modului cum au fost obţinute cercetările în domeniul arătat datorită aparaturii puse la dispoziţie, care a permis producerea şi înregistrarea duratelor scurte (pante mari) şi fotografierea rapidă a descărcărilor.

Astfel s-a stabilit că :

1) conturnarea izolatoarelor cu unde de impulsie cu panta de 3 MV/μs este posibilă cu supratensiuni de ordinul 1,4 — 1,7 (faţă de tensiunea de 50 % amorsări) : 2) distribuţia tensiunii de-a lungul lanţului de izolatoare corespunde calculului cu schema echivalentă capacitivă ; 3) fenomenul corona de impulsie schimbă repartiţia tensiunii, funcţie de polaritatea undei aplicate, fiind independentă de valoarea tensiunii aplicate ; 4) succesiunea de conturnare a izolatoarelor depinde de modul de distribuţie stabilit în urma apariţiei fenomenului corona ; 5) la lanţuri scurte (6 elemente) şi o supratensiune > 1,3 timpul conturnării lanţului este apropiat de timpul de conturnare a unui izolator la aceeaşi supratensiune. S-a stabilit, de asemenea, că la pante mari conturnarea are loc la suprafaţa izolatorului.

CZ 621.315.615.2.001.5

Metoda A-3 de control al rezistenţei la îmbătrînire a uleiurilor minerale de izolaţie [După: Z. Sicinski, Przeglad Elektrotechniczny, XXXVI (1960) 7, 256—260, 12 tabele, 3 fig., 9 ref. bibl.]

Considerînd că standardul polon PN-51/C-04100 privitor la controlul îmbătrînirii uleiurilor de izolaţie nu mai este actual şi că standardul IEC/74-1955 este anevoios de aplicat, s-a elaborat o nouă metodă A-3. Parametrii acestei metode diferă, în special, în privinţa procedeului de tratare cu oxigen, a catalizatorului de reacţie şi a mediului de oxidare. Metoda A-3 foloseşte procedee de difuziune şi indici de oxidare tg δ şi cifra de aciditate. Celelalte se bazează pe procedeul de oxidare şi folosesc ca indici numai cifra de aciditate şi depunerea de şlam sau cifra de gudron.

Scopul principal al experienţelor a fost demonstrarea utilităţii introducerii parametrului tg δ, ca indice al gradului de îmbătrînire. Pentru efectuarea experienţei s-au luat şase sortimente de uleiuri IRO, obţinute de la IEC/TC-10, în cadrul colaborării internaţionale, şi două uleiuri poloneze. S-a determinat conţinutul de hidrocarburi aromatice, de hidrocarburi parafinice şi naftenice şi tg δ la 50 Hz 50°C şi 1 000 Hz 50°C. Analizele au fost efectuate 24 ore după îmbătrînire. Prin compararea rezultatelor s-a constatat că metoda IEC/74-1955 şi A-3 dau rezultate comparabile, iar metoda veche poloneză nu dă gradul de oxidare şi nu poate servi pentru determinarea stabilităţii uleiurilor. Operaţia de trecere a oxigenului prin uleiuri, foarte anevoioasă, şi rezultatele nereproductibile, timpul de îmbătrînire prea lung, cît şi selectivitatea insuficientă dovedesc inferioritatea metodei IEC/74-1955 în comparaţie cu metoda A-3. Indicele de îmbătrînire bazat pe tg δ este mai sensibil decît cifra de aciditate şi depunerile de şlam. Cu ajutorul parametrului tg δ se poate determina gradul de îmbătrînire a uleiurilor cu o precizie mai mare decît cu alte procedee chimice. Metoda A-3 dă şi o dispersie mai mică a rezultatelor.

I. K.

CZ 621.315.616.96 : 621.313 + 621.316.219

Folosirea izolaţiei turnate pentru ermetizarea maşinilor şi aparatelor electrice. [După: V. A. Hrascevskii, Vestn. Elektroprom. (1960) 8, 18—19, 31 fig.]

Se prezintă tehnologia ermetizării bobinajelor electromotoarelor submersibile prin polimerizarea la rece a compoundului MBK-1 (avînd la bază o răşină metacrilică).

Bobinajele statoarelor sînt în prealabil uscate la o temperatură de 100°C, timp de două ore. Apoi într-o formă corespunzătoare bobinajelor se toarnă compoundul MBK-1. Această ultimă operaţie se efectuează într-o autoclavă racordată la un circuit de vid.

Cîteva motoare astfel tratate au fost cufundate în apă — la temperatura de 150°C — şi menţinute circa 6 000 ore. Desfăcîndu-se bobinajele nu s-a observat nici un fel de avariere. Rezistenţa izolaţiei — măsurată în tot timpul cît motoarele au stat sub apă — nu a scăzut sub valoarea de 200 $\pm$ 20 MΩ.

Alte motoare tratate cu acelaşi compound însă nu în vid, şi încercate în condiţii similare, după numai 78—170 ore de menţinere în apă, au prezentat străpungeri ale izolaţiei între spire.

Această metodă de ermetizare a electromotoarelor submersibile a permis micşorarea gabaritelor şi a greutăţii specifice şi în acelaşi timp a mărit siguranţa în exploatare şi durata de funcţionare.

B. A.

CZ 621.315.616.96

Variaţia rigidităţii dielectrice a izolaţiilor din policlorură de vinil şi polietilenă în funcţie de temperatură. [După: I. Van-Gaut, Vestn. Elektroprom, 31 (1960) 8, 9—12, 9 fig.]

În articol se prezintă metodica încercărilor şi electrodul tubular folosit. Încercările se fac în curent alternativ (50 Hz) şi pentru un diapazon de temperaturi între 20—120°C. Timpul de creştere a tensiunii pînă la valoarea corespunzătoare străpungerii variază între 30—60 s. Numărul de încercări pentru fiecare material este între 10—30. Rezultatele încercărilor arată că în diapazonul temperaturilor 20—90°C, rigiditatea dielectrică (E) a izolaţiei din policlorură de vinil, practic, nu scade. Peste 90°C, valoarea (E) scade brusc, trecînd în domeniul străpungerii termice.

În ceea ce priveşte izolaţia din polietilenă — în domeniul temperaturilor 20—70°C — E scade cu 10—15 %. La temperaturi mai ridicate se observă o micşorare rapidă a rigidităţii dielectrice.

Pentru aceleaşi condiţii de încercare, valorile rigidităţii dielectrice ale izolaţiei din polietilenă sînt de 16 ori mai mari decît ale izolaţiei din policlorură de vinil. Valoarea cea mai mare a lui E se obţine la încercarea polietilenului cu marca *ND*.

B. A.

CZ 621.315.616.96.017.13

Variaţia tangentei unghiului de pierderi ale materialelor plastice din policlorură de vinil în funcţie de frecvenţă. [După: I. Van-Gaut, Vestn. Elektroprom. (1960) 9, 15—17, 4 fig., 4 ref. bibl.]

Materialele plastice studiate au fost formate la o presă de vulcanizare sub o presiune de 100 kg/cm² şi la o temperatură de 140°C.

Rezultatele încercărilor arată că în domeniul frecvenţelor de 80—90 kHz se detectează maximul tg δ pentru toate tipurile de materiale plastice studiate.

Se observă că frecvenţa corespunzătoare începutului creşterii brusce a pierderilor dielectrice (tg δ) se poate considera drept limita superioară de utilizare a izolaţiei din policlorură de vinil.

În urma studiilor de mai sus, se recomandă folosirea dibutilseleacinatului ca plastificator pentru cablurile proiectate să lucreze la frecvenţe pînă la 10^6 — 10^7 Hz, ţinînd seama de valorile reduse ale tg δ.

B. A.

CZ 621.315.617.4

Folosirea lacului emulsionabil în apă 321-T. [După: F. V. Luchianova şi G. S. Serebrenikova, Vestn. Elektroprom, (1961) 2, 18—20, 3 fig., 2 ref. bibl.]

Lacul emulsionabil în apă 321-T este folosit la impregnarea maşinilor rotative.

În comparaţie cu lacurile oleo-bituminoase, lacul emulsionabil în apă are capacitatea de cimentare mai mare şi stabilitatea termică mărită. Nu influenţează asupra calităţii emailurilor depuse pe conductori.

Acest lac este folosit în special la impregnarea bobinajelor statoarelor pentru maşinile electrice de gabaritele 5 şi 9. Regimul de impregnare optim este următorul: impregnarea în lac, 15 min; scurgerea lacului, 30 min; uscarea la 425°C, 6 h. Pentru determinarea acestui regim s-au făcut numeroase încercări, care sînt descrise în lucrare.

Cu toate că lacul 321-T are capacitatea de cimentare mai mare decît lacul oleo-bituminos 447, totuşi separarea bobinajelor impregnate cu primul lac este posibilă. Pentru aceasta bobinajele sînt în prealabil uscate la temperaturi de 80—100°C şi apoi ele pot fi scoase uşor din crestături.

În continuare, se prezintă încercări comparative între bobinaje impregnate cu lacurile 321-T şi 447. Rigiditatea dielectrică este aceeaşi, respectiv 5—7 kV. Aceeaşi măsurătoare — efectuată după îmbătrînirea artificială timp de 15 zile la temperatura de 150°C — a dat rezultate egale pentru ambele epruvete, şi anume 4,2 kV. Totuşi, la examinarea ulterioară a bobinajelor, s-a observat că cele impregnate cu lacul 321-T n-au suferit nici un fel de defecţiuni, pe cîtă vreme epruvetele tratate cu masa 447 aveau porţiuni casante ale peliculei de lac.

Rezistenţa izolaţiei măsurată în toată perioada de îmbătrînire artificială a avut valori mai mari pentru lacul emulsionabil în apă.

B. A.

621.316.57 *Întreruptoare*

CZ 621.316.57.064.3

Mărirea siguranţei întreruptorului M. K. P. - 160 [După: P. V. Kuznețov, Electriceskie Stanţii, **32** (1961) 2, 44 — 47, 3 fig., 2 tab.]

Întreruptoarele de tipul M.K.P.-160 sînt foarte răspîndite în sistem. Deşi producţia lor a fost oprită, ele vor continua să fie utilizate în exploatare în condiţiile creşterii rapide a puterii de semicircuit. Apare astfel posibilitatea depăşirii puterii limită de declanşare. În aceste condiţii s-au analizat posibilităţile îmbunătăţirilor parţiale care pot fi aduse pentru asigurarea capacităţii cerute de norme. În acest scop, s-au făcut încercări pe tipul existent şi pe unul modificat, înlocuind camera inferioară cu una cilindrică din sticlă textolit, care admite o presiune de 140 ata. În acest ultim caz a apărut însă distrugerea bornelor de ieşire şi, ca urmare, acestea au fost consolidate. O altă cale a fost aceea a ducerii presiunii în camera de stingere pînă la nivelul admisibil. În încheiere se arată că încercările făcute au avut ca rezultat mărirea capacităţii de rupere a întreruptorului, cu modificări relativ reduse, ceea ce va asigura funcţionarea mai departe în sistem în condiţiile creşterii acestuia.

CZ 621.316.57.064.3 : 621.317.619

Funcţionarea simultană a generatorului de sarcină şi conturului oscilant Gorev pentru încercarea directă a întreruptoarelor la capacitatea de conectare [După: I. N. Şerman, Elektricestvo, **81** (1961) 5, 52—57, 6 fig., 1 formulă, 6 ref. bibl.]

Încercarea întreruptoarelor la capacitatea de deconectare se realizează cu ajutorul circuitului Gorev combinat cu un generator de sarcină. În articol se arată necesitatea echipării laboratoarelor cu cele două aparate, cu posibilitatea de efectuare a unei probe sintetice. Realizarea cuplării funcţionării celor două generatoare a fost posibilă ca urmare a construirii unor aparate de conectare (eclator cu sfere comandat) a unui aparat de comandă automată a încercărilor şi a unui aparat de conectare sincronă.

Se prezintă schemele şi se descrie funcţionarea conexiunii în serie şi în paralel, arătîndu-se şi modul de conectare principială a elementelor conexe. Oscilogramele obţinute în cursul experimentărilor care au fost terminate cu succes sînt prezentate împreună cu măsurile de atenuare a curentului de încercare. Două anexe conţin relaţiile de calcul deduse de autor în cele două scheme analizate: serie şi paralel. Articolul scoate astfel în evidenţă posibilitatea practică de utilizare în laboratoare a unor scheme de încercare corespunzătoare puterii maxime de conectare, cu preţ de cost relativ scăzut.

P. B.

CZ 621.316.57.064.22 : 621.382.3.004

Concepţii şi aplicarea unui nou aparat de reanclanşare rapidă, transistorizat [După: M. P. Raghet, Bull. ASE **51** (1960), 23, 1194 — 1197.]

După ce se arată importanţa pe care a căpătat-o în ultimul timp reanclanşarea automată a liniilor de înaltă tensiune în caz de avarii, se descrie un nou aparat perfecţionat de reanclanşare echipat cu relee ai căror timpi de reacţie sînt foarte scurţi (de ordinul milisecundelor). Organele de temporizare utilizează condensatoare combinate cu transistoare. Temporizarea electrică stabilizată cu ajutorul unor diode Zener nu variază cu mai mult de 3 % pentru fluctuaţii de tensiuni de 10—15 %, variaţie care pentru domeniul de funcţionare a aparatului sînt neglijabile.

Schema-bloc indică posibilitatea de a efectua o reanclanşare rapidă sau una întîrziată. Este descris modul de funcţionare a aparatului, indicîndu-se cum acţionează diferitele elemente ale schemei în caz de accident ivit în reţea. Rezultatele obţinute cu ajutorul modelelor analogice au fost verificate cu succes în exploatare. Un complement la acest aparat va fi un nou releu direcţional transistorizat, aparat în curs de elaborare.

F. T.

621.316.93 *Descărcătoare*

CZ 621.316.933 : 539.4

Rezistenţa mecanică a descărcătoarelor [După: E. Fischer, El. Wirtschaft, **60** (1961) 9, 320 — 324, 10 fig., 8 ref. bibl.]

Descărcătoarele de înaltă tensiune montate în instalaţiile exterioare sînt solicitate de vînt, atunci cînd viteza acestuia atinge valori pînă la 200 km/h. Cuplul care solicită descărcătorul depinde de viteza vîntului pentru un anumit tip de descărcător. La diferite descărcătoare corespunzătoare anumitor tensiuni nominale (variază înălţimea descărcătorului), solicitarea variază; în articol se dă curba de variaţie a solicitării, funcţie de tensiunea nominală. Partea mecanică a descărcătorului este solicitată, de asemenea, la o suprapresiune care se produce în cazul unei suprasarcini. În acest sens, în lucrare se prezintă o serie de experienţe efectuate cu diferiţi curenţi de trecere, arătînd comportarea descărcătoarelor în acest caz. Pe baza încercărilor efectuate, autorul propune o serie de măsuri de protecţie a descărcătorului, printre care se semnalează montarea supapelor de siguranţă de diferite forme.

P. B.

CZ 621.316.933.3 : 621.316.94

Descărcătoare pentru limitarea supratensiunii interne cu atingere în aer şi rezistenţe liniare [După: V. H. Borisov şi A. A. Obuh, Elektriceskie Stanţii, **32** (1961) 5, 65—71, 9 fig.]

Descărcătoarele cu rezistenţă variabilă utilizate la protecţia contra supratensiunilor atmosferice nu pot fi utilizate la supratensiuni interne, ţinînd seama de capacitatea termică redusă. Descărcătoarele cu suflaj magnetic dau rezultate bune pentru protecţia contra supratensiunilor interne, dar nu pot fi universal utilizate. În lucrare se prezintă un nou tip de descărcător cu trei spaţii-serie de descărcare în aer, tensiunea pe fiecare interval fiind stabilită de un divizor capacitiv; limitarea curentului se realizează cu rezistenţa liniară din crom-nichel. Stingerea se asigură în ultimele două camere cu o presiune de 0,2—0,3 at obţinută printr-o diafragmă de la rezervorul de 20 ata al întreruptorului cu aer. Noul descărcător asigură un raport suprauniter între tensiunea de stingere şi tensiunea de amorsare, care îi permite o funcţionare corectă în cadrul sistemului.

Aparatul experimentat pe elemente şi în ansamblu în cadrul unei reţele a dat satisfacţie şi în plus a scos în evidenţă măsurile de îmbunătăţire (înlocuirea rezistenţei de crom-nichel cu cea de oţel, micşorarea inerţiei supapei de alimentare cu aer şi micşorarea dispersiei tensiunii de conturnare); de asemenea, s-a prevăzut posibilitatea unei construcţii asemănătoare pentru tensiuni de 500 kV.

CZ 621.316.933 : 621.315.1

Protecţia contra trăsnetului şi eficacitatea măsurilor de protecţie directe asupra reţelelor [După: H. Baatz, ETZ-A **82** (1961) 9, 278—285, 5 fig., 11 ref. bibl. 4 tabele.]

Descărcătoarele constituie unul din mijloacele cele mai eficace de protecţie pentru liniile de înaltă tensiune. Consideraţiile economice limitează aplicarea lor în cazul reţelelor cu tensiunea mai mică de 60 kV.

La începutul articolului, autorul descrie modul de desfăşurare a descărcării sub formă de trăsnet şi analizează apoi protecţia prin descărcătoare, luînd în considerare linii existente echipate cu 1 sau 2 conductoare de protecţie, avînd unghiuri de protecţie cuprinse în limitele 20—40°.

Se analizează apoi punerea la pămînt a descărcătoarelor, arătîndu-se modul de variaţie al caracteristicii tensiune/curent.

Se arată apoi oportunitatea protecţiei, contra supratensiunilor atmosferice ale reţelelor de 20—110 kV, indicînd nivelul de izolaţie şi rezistenţa de punere la pămînt necesare pentru asigurarea anumitor niveluri de protecţie.

Acţiunea indirectă a trăsnetului este luată în consideraţie pentru aceleaşi tipuri de stîlpi. După ce se precizează comportarea reţelelor cu unghi de protecţie insuficient, se prezintă rezultatele statistice ale întreruperilor obţinute din analiza avariilor din sistem.

Pe baza analizei făcute se stabilesc deducţii şi concluzii.

P.B.

621.317 *Măsurători electrice*

CZ 621.317.312.088.6 :621.314.224

Verificarea transformatoarelor de curent cu coeficientul nominal de transformare nestandardizat. [După : M. I. Levin, Izmeritelnaia tehnika **12** (1960), 22—25.]

Aparatele diferenţiale pentru verificarea transformatoarelor de curent se bazează pe compararea transformatorului de verificat cu un transformator etalon. Pentru ca rezultatele să fie satisfăcătoare, este necesar ca coeficienţii de transformare ai celor două aparate să fie egali. Pentru a înlătura această dificultate, autorul descrie o schemă şi indică o metodă care permite folosirea aparaturii diferenţiale AIT şi în acele cazuri în care coeficienţii de transformare sînt diferiţi. Schema cuprinde, în afară de aparatul diferenţial, nu unul, ci două transformatoare etalon cu aceleaşi limite şi un braţ realizat din două rezistenţe active, R_1 şi R_2, bine calibrate.

Rezultate bune se obţin şi în acele cazuri în care diferenţa dintre coeficientul de transformare K_x al transformatorului etalon K_0 nu este mai mare de 20 %. Sînt studiate şi cazurile în care $K_x < K_0$ şi $K_x > K_0$, indicîndu-se şi modul de lucru ; de asemenea, se dau o serie de precizări privitoare la conectarea transformatoarelor şi la calculul constructiv al rezistenţelor R_1 şi R_2.

F.T.

CZ 621.317.331

Conductibilitatea fundaţiei liniilor 154—500 kV pe stîlpi de beton armat. [După : N. P. Katigrob, Elektricestvo, **81** (1961) 5, 13—15, 2 fig, 1 tabel.]

Fundaţia stîlpilor de beton armat, ca urmare a prezenţei fierului şi a conductibilităţii betonului, se comportă ca o priză verticală de punere la pămînt ; această însuşire poate fi folosită pentru a elimina priza de punere la pămînt, care necesită consum de material şi muncă.

Autorul a făcut măsurători în diferite linii de 154—500 kV. Rezultatele obţinute sînt date în tabel. În articol se dau, de asemenea, caracteristicile constructive ale liniilor, condiţiile şi numărul măsurătorilor. Din articol rezultă, de asemenea, că conductibilitatea este asigurată pe de o parte de beton care se infiltrează cu apă, iar, pe de altă parte, rezistenţa redusă se explică prin faptul că la stîlpii analizaţi adîncimea de îngropare este mare şi deci aceştia trec prin soluri cu umiditate progresiv crescătoare. Aşa se explică de ce la liniile de tensiune ridicată, la care adîncimea de îngropare este mare, rezistenţa „prizei" este redusă.

În încheiere se stabileşte că liniile pe care s-au făcut măsurători asigură rezistenţa de punere la pămînt cerută de norme şi, ca atare, construcţia unei prize suplimentare nu este necesară.

P.B.

CZ 621.317.333.8

Cercetarea pe model a variaţiei impedanţei de undă a conductorului unei linii, la coroana de impuls. [După : I. Fedcenko, D. Condra, Izv. vîşih uciob zavedenie — Energetika, **4** (1961) 1—10, 7 fig., 7 formule, 10 ref. bibl.]

În cazul cînd tensiunea care se aplică pe linie creşte peste valoarea critică de apariţie a fenomenului corona, are loc scăderea inductanţei şi creşterea capacităţii specifice şi, ca urmare, micşorarea impedanţei de undă a conductorului respectiv. Determinarea gradului şi naturii acestei scăderi a fost scoasă în evidenţă datorită încercărilor experimentale efectuate pe un model de linie, utilizîndu-se ca sursă un generator de impuls, iar ca mijloc de măsurat un oscilograf catodic cu trei spoturi.

În lucrare se fac consideraţiile teoretice referitoare la procesul fizic al scăderii impedanţei de undă şi se dau relaţiile matematice corespunzătoare, se prezintă schema şi procedeele de măsurat utilizate.

Pe baza rezultatelor obţinute s-au trasat curbele reprezentînd scăderea relativă a impedanţei de undă, pe intervalul frontului de undă pentru o supratensiune dată egală cu 4, precum şi în momentul maximului undei pentru diferite valori ale supratensiunii, variind de la 1 la 7. Pentru diferite durate ale frontului (de la 0,5—2 μ s), scăderile sînt relativ apropiate, diferenţa dintre ele fiind de numai 3 %.

Scăderea impedanţei de undă cu supratensiunea poate atinge 30 % pentru polaritate pozitivă şi 19 % pentru polaritate negativă, la o supratensiune avînd valoarea 7. De la valoarea 2 a supratensiunii scăderea este liniară şi pentru aceasta se stabilesc relaţiile matematice empirice corespunzătoare.

P.B.

CZ 621.317.374 : 621.315.621.64

Metode speciale de încercare a hîrtiei subţiri de cablu. [După : Izvest. vîşşih uciob zaved., Energetika **4** (1961) 1, 26—30, 4 fig., 2 formule, 3 ref. bibl.]

Construcţia cablurilor de 220—420 kV se face cu hîrtie de 70÷14 μm, care, pe lîngă o prelucrare deosebită, necesită adaptarea unor metode de măsurat standard diferite de cele uzuale. A apărut astfel necesitatea să se considere influenţa numărului de straturi şi a presiunii specifice pe epruvetele de probă asupra măsurătorilor pentru determinarea lui ε şi tg δ. Aceasta întrucît epruvetele din această hîrtie trebuie să se ia dintr-un număr mare de straturi pentru că astfel se pune în evidenţă un număr mai mare de inserţii de ulei între acestea.

Încercările s-au făcut pe diferite epruvete, la o temperatură de 100°C ; în aceste condiţii s-a asigurat uşurinţa de deplasare a substanţei de impregnare între straturile epruvetei şi obţinerea de date care pot fi comparate cu condiţiile tehnice cerute pentru hîrtie.

În articol se prezintă influenţa pe care o are presiunea asupra valorilor tg δ şi ε pentru diferite epruvete, precum şi influenţa numărului de straturi asupra constantei dielectrice pentru aceleaşi elemente încercate.

De asemenea se scoate în evidenţă influenţa prezenţei inserţiilor asupra rigidităţii dielectrice a izolaţiei din hîrtie uleiată.

Pentru obţinerea mărimilor optime a tg δ şi ε, numărul de straturi de hîrtie în epruvetă trebuie să fie astfel încît grosimea totală a ei să fie mai mare de 0,3 mm. Presiunea specifică a electrodului pentru hîrtia pînă la 30 μm trebuie să fie mai mare de 0,4 kg/m^2, iar pentru hîrtii mai groase mai mare de 0,3 kg/cm^2. La măsura rigidităţii se indică eprubetele cilindrice.

P.B.

621.317.7 *Aparate de măsură*

CZ 621.317.7 : 658.516

Reguli pentru aparatele de măsură electrice şi accesoriile lor [Din : Bull. ASE, Z**51** (1960), 23 (19 noiembrie) 1229—1244]

Se prezintă normele elveţiene de încercări pentru aparatele de măsură de curent continuu sau alternativ, ca şi pentru şunturi şi rezistenţe adiţionale. După ce se definesc : terminologia, elementele constructive ale aparatelor, erorile admisibile şi determinarea lor, influenţa cîmpurilor magnetice exterioare, se dau indicaţii asupra încercărilor care trebuie efectuate.

În privinţa suprasarcinii admisibile a unui aparat de măsură, regulile indică tensiuni şi curenţi cu 20 % mai mari decît valorile nominale. Sub formă de tabel se dau încărcările de scurtă durată care pot fi suportate de ampermetre, voltmetre, watmetre etc. De exemplu, ampermetrele de clasă

0,1...0,2...0,5 pot suporta 5 şocuri de 2 I_N la interval de 15", iar cele de clasă 1,0...1,5...5,00, 9 şocuri de 10 I_N la interval de 60 s.

La încercările dielectrice, tensiunea de încercare este aplicată timp de 1 minut între circuitele legate între ele şi cutia metalică. Tensiunea alternativă de încercare trebuie să fie : pentru aparatele de tensiuni pînă la 40 V — 0,5 kV, între 41...650 V — 2 kV, între 651...1 500 V, — 5 kV şi pentru aparatele cu tensiuni de 1 501...3 000 V — 10 kV.

F. T.

CZ 621.317.716

Calculul şi construcţia şunturilor de curent alternativ pentru încercarea aparatajului de comutaţie [După: I. B. Bolotin, Izmeritelnaia Tehnika (1961), 3, 32—35.]

La încărcarea aparatajului electric de comutaţie este necesară măsurarea curenţilor de scurtcircuit care ating uneori valori de ordinul sutelor de mii de amperi. Măsurarea unor asemenea curenţi cu precizia necesară (în special în regimul tranzitoriu) este o problemă grea pentru că pînă în prezent nu există aparate de măsură simple şi sigure, care să măsoare cu aceeaşi precizie componenta periodică şi aperiodică a curentului de scurtcircuit.

După ce arată dificultăţile care apar la folosirea transformatoarelor de curent fără fier, autorul descrie o metodă de măsurare a curenţilor de scurtcircuit cu ajutorul unui şunt, metodă care a dat rezultate bune la măsurătorile făcute la VEI din Leningrad. În continuare sînt descrise pe larg construcţia şuntului şi calculele principale care duc la o dimensionare corectă : calculul rezistenţei şuntului, verificarea la eforturi electrodinamice şi termice. Determinarea erorii şuntului s-a făcut cu ajutorul unui potenţiometru de curent alternativ, obţinîndu-se următoarele valori : rezistenţa activă a şuntului este 119,6 $\mu\Omega$ (diferită de cea de calcul cu circa 0,33 %), iar constanta de timp $0{,}835.10^{-2}$. Rezultatele măsurătorilor permit să se tragă concluzia că şuntul poate fi folosit la măsurarea curenţilor de scurtcircuit cu o eroare care nu depăşeşte 0,5 %.

F. T.

CZ 621.317.761 : 537.311.33

Frecvenţmetru cu semiconductoare [După : V. I. Safranov şi I. N. Ivanov, Izmeritelnaia Tehnika (1961), 1, 29—30.]

Este descris un aparat care foloseşte ca principiu de măsură a frecvenţei încărcarea şi descărcarea unui condensator, curentul de descărcare fiind proporţional cu frecvenţa de măsurat. Această metodă este simplă, iar aparatul realizat are o mare precizie. El este destinat să funcţioneze într-o gamă largă de frecvenţe, de la 5 Hz la 10 kHz. Tensiunea de intrare se poate schimba în limite largi de la 3 mV la 1,5 V. Alimentarea aparatului se face la 110 sau 220 V, variaţia tensiunii de alimentare cu ± 10 %, dînd o eroare a aparatului ce nu depăşeşte ± 1 %, iar neliniaritatea în gama menţionată nu depăşeşte ± 1 %. Aparatul poate lucra cu precizie pînă la 80°C, schimbările de temperatură de la +20 la +70°C dînd o eroare doar de 0,2 %. Puterea pe care aparatul o ia din reţea este 5 W.

Rezultatele măsurătorilor arată că frecvenţmetrele de acest tip pot fi folosite pentru măsurarea frecvenţei în sistemele de telemăsură şi control, ca şi la măsurarea mărimilor neelectrice prin metode electrice.

F. T.

CZ 621.317.7

Stabilizatoare cu transistoare pentru alimentarea instalaţiilor de verificare a aparatelor [După : S. D. Dodic şi M. I. Levin, Izmeritelnaia Tehnika (1961), 3, 28—30, 2 ref. bibl.]

Este necesar ca în timpul verificării aparatelor de măsură — ampermetre, voltmetre, wattmetre de clasă 0,2, 0,5, schimbarea curentului sau a tensiunii să fie mai mică decît sutimea de procent. În ultimul timp, în locul bateriilor de acumulatoare au fost folosite stabilizatoare electronice, însă rezultatele nu au fost cele scontate. Realizarea unor stabilizatoare echipate cu transistoare a permis obţinerea unor aparate capabile să dea 7—10 V şi curenţi începînd de la mA pînă la sute de amperi. Se descrie pe larg schema utilizată, indicîndu-se şi piesele care intră în componenţa ei. Tensiunea de alimentare a stabilizatorului este de 220 V la 50 kg. La variaţia tensiunii de alimentare cu ± 10 %, tensiunea de ieşire nu se schimbă cu mai mult de 0,0005 %, iar la schimbarea curentului de sarcină de la 0—5 A, tensiunea de ieşire variază cu mai puţin de 0,025 %.

Folosirea în schemă a compensării de temperatură face ca dependenţa tensiunii de ieşire, faţă de temperatură, să fie foarte mică. Sînt indicate tipurile de transistoare necesare construirii stabilizatoarelor pentru curenţi de 10—50 A.

Experienţele de laborator efectuate cu aceste aparate au arătat că funcţionarea lor este sigură şi pot înlocui cu succes bateriile de acumulatoare în schemele de verificare a aparatelor electrice de măsură.

F.T.

621.365 *Electrocăldură*

CZ 621.365.52

Instalaţii pentru tratări termice cu generatoare electronice şi căile lor de perfecţionare [După : D. B. Mondrus, Vestn. Elektroprom. **31** (1960) 1, 45—50, 6 fig.]

În istalaţiile electrotermice, unde frecvenţa cîmpului magnetic depăşeste 10 kHz, se folosesc generatoare electronice. În funcţie de ramura conturului electric prin care se disipează energia, generatoarele electronice se împart în două clase : inductive şi capacitative.

Generatoarele de tip inductiv se construiesc pentru puteri nominale ale circuitelor oscilante de 8—500 kW şi în gama de frecvenţe 60 — 9 000 kHz, iar cele de tip capacitativ au construcţii pentru puteri nominale între 0,4—30 kW şi frecvenţe între 25—40 MHz. Puterile maxime absorbite de la reţea de către aceste din urmă instalaţii sînt în limitele 5—50 kVA.

Dezvoltarea mai departe a tehnologiei utilizînd curenţi de înaltă frecvenţă necesită crearea de noi instalaţii de acest gen. În special se pune problema micşorării gabaritelor instalaţiilor. Pînă în prezent se folosesc în aceste instalaţii condensatoare ceramice. Pentru noile instalaţii, lucrînd la frecvenţe mai mari de 70 kHz, condensatoarele ceramice nu sînt indicate şi se cere folosirea condensatoarelor speciale cu dielectricul din stiroflex. La fel, se cere micşorarea gabaritelor bobinelor de inducţie, prin folosirea miezurilor din ferite.

Totodată se pune problema realizării de instalaţii utilizînd convertizoare conice, lucrînd în gama frecvenţelor audio.

A. B.

CZ 621.313.045 : 620.197.7 — 52

Cu privire la problema mecanizării şi automatizării proceselor de impregnare şi uscare a bobinajelor electrice [După A. K. Vardenburg, Vestn. Elektroprom. **31** (1960) 8, 4—9, 11 fig, 3 tabele.]

Problema de mai sus este legată de crearea de fluxuri continue în producţia de maşini şi aparate electrice. Tehnologia actuală a proceselor de uscare şi impregnare necesită consumuri mari de solvenţi organici (benzină, toluol etc.) şi de energie electrică. Aceşti solvenţi sînt foarte toxici şi, în plus, au acţiune distructivă asupra emailurilor izolaţiilor electrice.

Pentru introducerea unei tehnologii noi, este necesară folosirea unor lacuri lipsite de substanţe volatile, avînd viteze mari de polimerizare. Astfel de lacuri sînt compoundurile poliefirice : KP-10, KP-18 şi KP-23. Viscozitatea acestor lacuri variază între 15 şi 50 s (măsurate cu pîlnia VZ-4 la 20°C), iar capacitatea lor de impregnare este foarte mare. Timpul de uscare pentru bobinajele statoarelor seriei unitare de electromotoare de gabaritele (2—6) nu depăşeşte 1—4 h (la temperatura 125°C). Pentru reducerea şi mai departe a timpilor de uscare, se recomandă folosirea unor metode mai eficiente, de pildă încălzirea în curenţi de înaltă frecvenţă.

Caracteristicile dielectrice ale acestor lacuri sînt : rigiditatea dielectrică a peliculei de lac KP-10 (uscată la temperatura de 125°C, timp de o oră) este de 58—72 kV/mm, şi respectiv 58—66 kV/mm pentru tipul KP-18 şi 621 kV/mm pentru lacul KP-22 ; rezistenţa volumetrică specifică a acestor lacuri variază între (1,5—4,5). 10^{13} Ω cm, iar tg δ (măsurată la 20°C şi 50 Hz) nu depăşeşte 0,08.

B.A

C.Z. 621. 365.5 : 621.312

Utilizarea încălzirii prin inducţie în industria electrotehnică [G. Alex., Elektrie, **14** (1960), 11, 81—85]

Autorul arată că la încălzirea prin inducţie, randamentul este deosebit de ridicat, deoarece căldura se produce în însăşi piesa supusă încălzirii, evitîndu-se pierderile în domeniile de transmitere, cum ar fi cazul la radiaţie, convecţie sau conducţie. După o analiză a formulei randamentului inductorului, se constată că randamentul este un criteriu pentru alegerea frecvenţei, care depinde, la rîndul ei, de adîncimea de pătrundere a undelor, de gradul în care este magnetizabil materialul de prelucrat etc. Respectînd anumite condiţii la inductoare, se obţin randamente pînă la 90 %, respectiv 95 % la întreaga instalaţie. Gama de frecvenţă este între 50 Hz şi 2,5 MHz.

În privinţa surselor de energie electrică se deosebesc trei categorii, în funcţie de frecvenţa utilizată. Posibilitatea de a lucra direct cu frecvenţa de 50 Hz a reţelei este limitată de diametrele limită (indicate într-o tabelă) ale pieselor de prelucrat. Pentru producerea frecvenţelor între 50 şi 50 000 Hz se utilizează — după mărimea frecvenţei şi a puterii — o serie de maşini, în general sincrone, cum ar fi : maşina Lorenz, maşina Gui etc. Frecvenţele de la 100 kHz pînă la 2,5 MHz se obţin prin generatoare cu lămpi, care la 500 kHz produc 200 kW, iar la 2,5 MHz puterea se reduce la 20 kW. Se prezintă două scheme complete ale instalaţiei de încălzire prin inducţie, şi anume o instalaţie cu frecvenţă medie a întreprinderii „Sachsenwerk" şi o altă instalaţie pentru înaltă frecvenţă.

Se demonstrează că încălzirea, respectiv lipitul prin inducţie se recomandă mai ales la fabricaţia în serie, la care se menţine forma inductorului, reglajul etc. Se dau apoi exemple specifice încălzirii prin inducţie, cum ar fi : lipitul materialului dur la cuţitele de strung sau la contactele electrice, lipitul capetelor de înfăşurare la rotoarele maşinilor, ramificaţiile la ţevi etc. Pentru anumite cazuri speciale se descrie tehnologia procesului de încălzire.

În ceea ce priveşte încălzirea inductivă în scopul călitului de suprafaţă (cum ar fi cazul la porţiunea din palier a unui arbore), autorul discută diferite procese tehnologice. De asemenea, se dau amănunte privind tratamentele termice, sudura ţevilor şi topirea metalelor sau a siliciului pentru semiconductoare.

C. Gh.

621.396.8 *Perturbaţii radio*

CZ 621.396.828 : 629.113.51

Antiparazitarea autovehiculelor [Kimmel H., Elektro-Technik, **42** (1960) 12, 94—95, 4 fig.].

De mult timp VDE prescrie antiparazitarea instalaţiilor de aprindere a motoarelor cu explozie staţionare şi de pe autovehicule. Instalaţia de aprindere de înaltă tensiune este considerată antiparazitată, cînd vechiul cîmp perturbator în direcţia perturbaţiei maxime nu depăşeşte la 10 m de 50 μ V/m pînă la o frecvenţă de 75 MHz. Între 75 şi 300 MHz cîmpul poate creşte de la 50 la 140 μ V/m la 300 MHz, admiţîndu-se la 290 MHz un cîmp de 100 μ V/m. La vehiculele cu caroserie complet metalică este suficientă introducerea pipelor antiparazite cu rezistenţă de amortizare în circuitul de aprindere. Se pot folosi chiar bujii antiparazite. Pînă de curînd pipele antiparazite aveau rezistenţe de amortizare de 5 000—10 000 Ω. S-a constatat însă că noile rezistenţe de 10 000 Ω au acelaşi efect, dar nu micşorează scînteia tensiunii de aprindere. Noile rezistenţe sînt făcute din sîrmă, sînt acordate şi etanşe la apă.

S. A.

Brevete

CZ 621.314.62

DISPOZITIV PENTRU TRANSFORMAREA CURENTULUI CONTINUU ÎN CURENT ALTERNATIV Brevet nr. 116830/1959 U.R.S.S.

L. I. Baida, G. V. Odinţov şi S. S. Ribak

Sînt cunoscute instalaţiile pentru transformarea curentului continuu în alternativ cu introducerea unui comutator electromecanic în bobinajul transformatorului spre sursa de curent continuu. La asemenea instalaţii, pentru micşorarea formării de scîntei la contactele comutatorului, se folosesc bobine pentru amortizarea lor, cu miezul din material cu histereză dreptunghiulară, care se include ulterior în circuitele întrerupte.

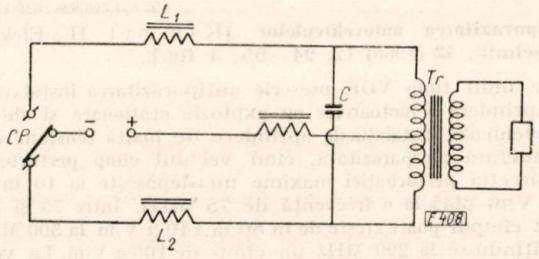


Fig. 1

Pe desen este înfăţişat dispozitivul. Întreruperea (deconectarea) contactelor KP are loc la curente apropiate de zero, adică se asigură comutaţia fără scînteiere (flamă). Aceasta se realizează prin includerea paralelă a condensatorului c care demagnetizează pe rînd bobinele L_1 şi L_2.

CZ 621.317.712.085.4

PROCEDEU DE PUNERE LA PUNCT A APARATELOR DE MĂSURAT ELECTROMAGNETICE Brevet nr. 101639/1959 U.R.S.S.

I. V. Tîbulin

Invenţia se referă la procedee de punere la punct a aparatelor de măsurat electromagnetice, care posedă miezuri mobile şi imobile şi un element feromagnetic de punere la punct.

Procedeul preconizat permite să se folosească scale imprimate (permanent) în prealabil. Aceasta se realizează prin deplasarea elementului de punere la punct în vederea stabilirii săgeţii aparatului la diviziunea maximă a scalei, iar în scopul fixării acului indicator la diviziunea următoare (intermediară) se schimbă dispoziţia reciprocă a miezurilor, iar diviziunea 0 se marchează pe scală pentru fiecare aparat în parte, imediat după reglare.

În executarea operaţiei punerii la punct, potrivit acestui procedeu, se efectuează o reglare a indicaţiilor prin schimbarea poziţiei miezurilor în punctul care corespunde la 70—80 % din valoarea nominală a mărimii de măsurat; eroarea ce apare se înlătură prin reglarea cu ajutorul elementului-şurub de punere la punct, care se introduce în cîmpul magnetic al bobinei de acţionare, iar prin îndepărtarea părţii mobile a aparatului cu un unghi apropiat de 90°, începe să manifeste o acţiune atractivă asupra miezului mobil.

Înşurubînd sau deşurubînd şurubul se poate regla abaterea părţii mobile în limită de 5—6 % din lungimea scalei, fără a se observa modificări însemnate ale indicaţiilor în punctele intermediare.

CZ 621.317.39 : 536.532

DISPOZITIV PENTRU MĂSURAREA LA DISTANŢĂ A TEMPERATURII Brevet nr. 115653/1959 U.R.S.S.

E. M. Duşin

Spre deosebire de dispozitivele existente, cel preconizat prezintă avantajul că, în vederea creşterii sensibilităţii utilizîndu-se o legătură inversă cu ajutorul unui emiţător Holl, asigură o scădere a erorilor legate, de pildă, de variaţiile tensiunii de alimentare.

Pe figură se observă schema instalaţiei. Elementul sensibil al schemei, termometrul de rezistenţă *1*, modifică la variaţii ale temperaturii echilibrul punţii formate de rezistenţele *2*, *3* şi *4*. În diagonala punţii se include un dispozitiv indicator *5*, în discontinuităţile derivaţiilor liniei sale fiind plasate un emiţător f.e.m. Holl *6*, dispus în cîmpul electromagnetului *7*, un amplificator *8* şi un redresor sensibil la faze *9*. În felul acesta, amplificatorul şi redresorul sensibil

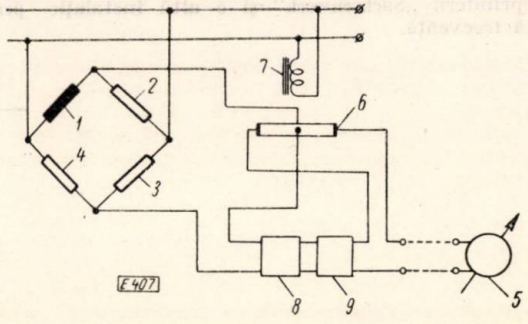


Fig. 1

la fază se află cuprinse într-o legătură inversă. Legătura dintre emiţătorul Holl şi sursa de alimentare prin sistemul electromagnetic asigură lipsa de sensibilitate a schemei la variaţii ale tensiunii de alimentare.

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. dr. ing. PL. ANDRONESCU, prof. dr. ing. I. S. ANTONIU, prof. dr. ing. A. AVRAMESCU, membru corespondent al Academiei R.P.R. (redactor responsabil), ing. V. BUNEA, Laureat al Premiului de Stat, prof. dr. ing. V. CORLĂŢEANU, ing. ŞT. GROSU conf. ing. GH. HORTOPAN, Laureat al Premiului de Stat, conf. ing. G. LAZARIDE, prof. dr. ing. R. RĂDULET, membru corespondent al Academiei R.P.R., Laureat al Premiului de Stat.

Revista „ELECTROTEHNICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Metalurgiei şi Construcţiilor de Maşini. Editor: Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. Redacţia şi Administraţia: Bucureşti, Str. Ion Ghica, nr. 3. Raionul T. Vladimirescu Telefon 13.57.28—14.06.24. Redacţia îşi rezervă toate drepturile privind lucrările precum şi materialul grafic-ilustrativ apărut în revistă, cît şi privitoare la traducerea în limbi străine. Se admit extrase, referate sau comentarii numai cu indicarea completă a sursei. Revista apare lunar. Abonamentul anual: pentru întreprinderi lei 100, individuale lei 30. Preţul unui exemplar: lei 5. Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor ASIT, precum şi la responsabilii cu presa din cercurile ASIT. Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Publicaţiile Tehnice ASIT-070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin Bucureşti. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 2. — c. 4142.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 621. 314.2.001 57

Hortopan, Gh.: **Геометрические и электромагнитные модели трансформаторов.**

Electrotehnica **9** (1961) 11, 381–386

Приводятся теоретические основы моделирования трансформаторов с целью определения распределения магнитного поля при применении импульсной волны. Устанавливаются соотношения подобия для геометрической модели, исходя из уравнения Максвелла, а затем соотношения подобия электромагнитной модели, исходя из дифференциального уравнения колебаний магнитного потока в однослойной катушке, соотношения установленного Веверка. Коэффициенты пропорциональности систематизированы в таблице с целью их практического использования.

ДК 621.3.064.3: 621.316.5.7.027.25

Pesici, M, Barbu, I.: **Испытательная мощность станции низкого напряжения ИЧЕТ-а.**

Electrotehnica **9** (1961) 11, 386–395

Представлена схема соединений, конструкция и работа основных частей испытательной станции на силу разрыва при низком напряжении, которая полностью отстроена и недавно пущенная в эксплуатацию в И.Ч.Е.Т. (Электротехнический исследовательский иститут). Даются некоторые методы расчета и описан вкратце ряд испытаний соединительного оборудования.

ДК 621.317.734 : 621.3.028.2

Popov, V, S,: **Использование сопротивлений с косвенным нагревом в технике электрических измерений.**

Electrotehnica **9** (1961) 11, 395–400

В статье указывается на преимущества металлических сопротивлений с косвенным нагревом; представлены области применения этих сопротивлений и анализируются наиболее важные из них. Представлены методы измерения активной мощности с помощью сопротивлений с косвенным нагревом.

ДК 621.316.57.027.8.002.2

Stanciu, V. и *Balazs Mathé*: **Актуальные проблемы конструкции и производства выключателей высокого напряжения в нашей стране.**

Electrotehnica 9 (1)61) 11, 401–406

Статья содержит выводы работы, произведенной заводом „Электросила" в Крайове относительно современной ориентировки наиболее важных иностранных электротехнических фирм в области конструкции и производства выключателей высокого напряжения. Кроме того, в статье представлены наиболее актуальные проблемы конструкции производства и эксплуатации выключателей среднего и высокого напряжения, указывая наиболее рациональные пути их решения.

ЗАМЕТКИ

ДК 538.632.621.3.08.78

Fränkel, D.: **О компенсации неэквипотенциальных контактов Халл.**

Electrotehnica **9** (1961) 11, 407

ДОКУМЕНТАЦИЯ, 408–415

ПАТЕНТЫ, 416

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.314.2.001.57

Hortopan Gh.: **Die geometrischen und die elektromagnetischen Modelle der Transformatoren.**

Electrotehnica, **9** (1961) 11, 381–386

Es werden die theoretischen Grundlagen der Modellierung von Transformatoren dargelegt und dies mit dem Zweck, die Verteilung des elektrischen Feldes bei Eintritt der Stosswelle zu ermiteln. Man bestimmt,* die Ähnlichkeitsbeziehungen für das geometrische Modell und danach die Ähnlichkeitsbeziehungen des elektromagnetischen Modells auf Grund der Differentialgleichung von Schwingungen des magnetischen Flusses in einer einschichtigen Spule, einer Gleichung die Veverka aufstellte. In eine Tabelle werden die Proportionalitätskoeffizienten zum Zwecke ihres praktischen Gebrauches eingeordnet.

DK 621.3.064.3 : 621.316.5.7.027.25

Pesici M. und *Barbu* I.: **Das Versuchsvermögen des ICET-Niederspannungsprüffeldes.**

Electrotehnica, **9** (1961) 11, 386–395

Man zeigt das Schaltungsschema, den Bau und die Wirkungsweise der Hauptteile der Versuchsstation bei der Prüfung auf Niederspannungsschaltleistung. Die Prüfstation wurde vollständig von ICET (Institut für elektrotechnische Forschungen) gebaut und neulich in Betrieb eingeführt. Man gibt einige Bemessungsberechnungen an, worauf die ersten Versuchsreihen der Schaltapparatur kurz beschrieben werden.

DK 621.317.734 : 621.3.028.2

Popov V.S.: **Die Verwendung der indirekt geheitzten Widerstände in der elektrotechnischen Messtechnik.**

Electrotehnica, **9** (1961) 11, 395–400

Der Aufsatz zeigt die Vorteile der Metallwiderstände mit indirekter Heizung; die Anwendungsgebeite dieser Widerstände werden angegeben und die Wichtigsten davon näher erläutert. Dann werden die Methoden zum Messen der Wirkleistung mit Hilfe von indirekt geheitzten Widerständen dargestellt.

DK 621.316.57.027.8.002.2.

Stanciu D. und *Balasz Mathé*: **Aktuelle Probleme bezüglich des Entwurfes und der Fabrikation von Hochspannungsschaltern in unserem Lande.**

Electrotehnica, **9** (1961) 11, 401–406

Der Aufsatz enthält die Ergebnisse eines von „Electroputere-Craiova" unternommenen Studiums bezüglich der augenblicklichen Orientierung von ausländischen elektrotechnischen Werken auf dem Gebiete des Entwurfes und der Fabrikation der Hochspannungsschalter.

Ferner zeigt der Aufsatz die akutesten Probleme des Entwurfs, der Fabrikation und des Betriebes der Mittel- und Hochspannungsschalter, wobei die zweckmässigsten Wege zu ihrer Lösung angegeben werden.

KURZBERICHTE

DK 538.632 : 021.3.08.78

Fränkel D: **Über eine Kompensation der Nichtäquipotentialität der Hall-Kontakte.**

Electrotehnica, **9** (1961) 11, 407

RUNDSCHAU, 408–415

PATENTE, 416

SOMMAIRE

CD 621.314.2.001.57

Hortopan, Gh. : **Modèles géométrique et électromagnétiques des transformateurs.**

Electrotehnica **9** (1961) 11, 381–386

On expose les fondements théoriques du modelage du transformateur afin de déterminer la répartition du champ électrique à l'application de l'onde d'impulsion. On établit les relations de similitude pour le modèle géométrique, en partant de l'équation de Maxwell, et les relations de similitude pour le modèle électromagnétique, en partant de l'équation différentielle de l'oscillation du flux magnétique dans une bobine à une seule couche, relation établie par Veverka. On systématise les coefficients de proportionalité dans un tableau en vue de leur utilisation dans la pratique.

CD 621.3.064.3 : 621.316.5.7.027.25

Pesici, M. et *Barbu, I.* : **La capacité d'essai de la station de basse tension de l'ICET (Institut pour Recherches Électrotechniques).**

Electrotehnica **9** (1961) 11, 386–395

On présente le schéma de connexions, la construction et le fonctionnement des parties principales de la station d'essai à la puissance de rupture, de basse tension, intégralement construite et mise récemment en fonction à l'ICET. On donne quelques-uns des calculs nécessaires à l'établissement des dimensions et on décrit sommairement les premières séries d'essais de l'appareillage de connexion.

CD 621. 317. 734 : 621.3.028 2

Popov, V.S. : **Utilisation des résistances à chauffage indirect dans la technique des mesures électriques.**

Electrotehnica, **9** (1961) 11, 395–400

Dans l'article on montre les avantages des résistances métalliques à chauffage indirect ; on présente les domaines d'utilisation de ces résistances et on en étudie les applications les plus importantes. On décrit les méthodes utilisées pour mesurer la puissance active à l'aide des résistances à chauffage indirect.

CD 621.316.57.027.8.002.2

Stanciu, V. et *Balazs Mathé* : **Problèmes actuels de la construction et de la fabrication des interrupteurs de haute tension dans notre pays**

Electrotehnica, **9** (1961) 11, 401–406

L'article comprend les conclusions d'une étude entreprise par les Usines ,,Electroputere''-Craiova en ce qui concerne l'orientation des principales firmes électrotechniques étrangères dans le domaine de la construction et de la fabrication des interrupteurs de haute tension. Dans cet article on présente aussi les problèmes les plus pressants de la construction, de la fabrication et de l'exploitation des interrupteurs de moyenne et de haute tension, avec mention des plus rationnelles solutions pour ces problèmes.

NOTES

CD 538.632 : 621.3.08.78

Fränkel, D. : **À propos d'une compensation de la non-équipotentialité des contacts Hall.**

Electrotehnica, 9 (1961) 11, 407

DOCUMENTATION, 408–415

BREVETS, 416

CONTENTS

DC 621.314.2.001.57

Hortopan, Gh. : **The geometric and electromagnetic models in transformers.**

Electrotehnica 9 (1961) 11, 381–386

The theoretical bases of the transformer modelling are shown with the view of determining the electric field distribution on applying the impulse wave. The similitude relations are being established for the geometric model starting from Maxwell's equations ; follows the assessment of the similitude relations of the electromagnetic model, starting from the differential equation of the oscillation of the magnetic flux in a monolayer bobbin. This relation has been established by Ververka. The proportionality coefficients are given in tabular form for practical use

---

DC 621.3.064.3 · 621.316.5.7.027.25

Pesici, M. and *Barbu I.* : **The testing capacity of the low tension station of the Electrotechnical Research Institute (I.C.E.T.)**

Electrotehnica 9 (1961) 11, 386–395

This paper presents the connexion scheme, building and functioning of the main parts of the low tension station for breaking strength tests, integrally built and recently set in motion at the I.C.E.T.

Some calculus relating to dimension determination are given and the first series of connexion equipment tests are shortly described.

DC 621.317.734 : 621.3.028.2

Popov, V. S. : **The utilisation of the resistances with indirect heating in the field of electric measurement techniques.**

Electrotehnica, 9 (1961) 11, 305–400

The author points out some advantages of the metallic resistances with indirect heating ; their sphere of operation is being presented and the most important applications, analysed.

The methods of measuring the active power by means of resistances with indirect heating are also described.

DC 621.316.57.027.8.002.2.

Stanciu, V. and *Balazs Mathé* : **Present-day problems of the construction and manufacture of high tension switches in our country.**

Electrotehnica, 9 (1961) 11, 401–406

This paper contains the conclusions of a study carried out at the ,,Electroputere'' works in Craiova to determine the present trends of the main foreign electrotechnical firms in the field of construction and fabrication of high tension switches. The authors also emphasize the most acute problems relating to construction, manufacture and operation of medium and high tension switches, suggesting the most rational solutions for these problems.

NOTES

DC 538. 632 : 621.2.08.78

Fränkel, D. : **A compensation of the nonequipotentiality of Hall contacts.**

Electrotehnica, 9 (1961) 11, 407

DOCUMENTATION, 408–415

PATENTS, 416

ORSZ. MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1962

Recomandări pentru autori

1. Lucrările ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală, tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.

2. Lucrările vor fi axate pe aducerea la îndeplinire a sarcinilor trasate de Directivele Congresului al III-lea al P.M.R. și în plenara C.C. al P.M.R. — îndeosebi introducerea tehnicii noi, ridicarea calității produselor, reducerea prețului de cost, creșterea productivității muncii etc. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.

3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.

4. Lucrările care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.

5. Un scurt rezumat fixînd premisele de la care s-a pornit, problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.

6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea, se arată scopul lucrării, subliniindu-se contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.

7. Concluziile vor concentra rezultate obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.

8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.

9. Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.

10. Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, gotice etc.

11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele), atît cele speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, volumul, anul, numărul, paginile.

12. Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență, exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic.

Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne de pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.

13. Nu se admite trimiterea concomitentă a textului la alte publicații.

14. Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcții, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.

15. Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora pentru publicare.

16. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 de ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.

Către cititorii noștri

În scopul mobilizării inginerilor și tehnicienilor noștri în vederea îndeplinirii cu succes a sarcinilor măreț trasate de cel de-al III-lea Congres al P.M.R., îndeosebi pentru introducerea tehnicii noi, îmbunătățirea produselor, reducerea prețului de cost, creșterea productivității muncii, comitetul de redacție a luat numeroase măsuri privind îmbunătățirea continuă a conținutului și aspectului grafic al revistei noastre. Unele dintre aceste măsuri necesită explicații și îndrumare pentru a putea fi aplicate în mod rațional. Unele explcații se dau mai jos, iar pentru informații de detaliu rugăm pe cititorii noștri să se adreseze direct redacției revistei noastre.

Revista cuprinde următoarele părți: partea de fond, partea documentară și inseratele.

1. Partea de fond conține: articole, note, discuții, referate, recenzii, norme și standarde și cronică. Are paginile numerotate în continuare pe tot anul, iar la numărul 12 se anexează o tablă de materii sistematică și o listă alfabetică de autori, cu scopul ca partea de fond să se detașeze, să st lege, formînd colecția revistei.

1.1. Articole. Articole de fond privind luări de poziții, comentarii față de evenimente politice, economice și tehnice de importanță mare.

Articolele tehnico-științifice sau tehnologice (4—6 de fiecare număr al revistei) au caracter de originalitate sau sinteză; se publică în condițiile comunicate autorilor. Ele sînt precedate de o scurtă introducere redacțională, destinată a situa articolul în tematica revistei și în problematica actuală a domeniului, cu sublinierea importanței sau a interesului pe care îl comportă. Articolele sînt urmate de liste bibliografice, din care în viitor nu vor lipsi trimiteri la articole apărute anterior în revista noastră.

Pentru a ușura regăsirea unui articol într-o colecție de numere, fiecare articol este prevăzut cu un număr de clasificare zecimală care, împreună cu fișele documentare ale sumarelor în limba română și în patru limbi străine, permite identificarea obiectului articolelor și pentru cititorii străini care nu cunosc limba română.

În același timp, sumarele pe fișe (vezi mai jos) și tabelele de materii anuale pe cinci ani etc. dau posibilitatea găsirii ușoare a unui articol în colecție.

1.2. Notele sînt expuneri mai scurte și de o importanță mai redusă decît articolele. Ele pot avea un caracter de originalitate, se clasifică zecimal și se introduc în sumarele anuale.

1.3. Discuții asupra unor lucrări sau articole apărute, arătînd poziția luată în problema respectivă și răspunsul dat, se admit fără ca redacția să ia un angajament sau responsabilitate în ce privește părerile exprimate. Discuțiile au scopul să încurajeze lupta de opinii între autori și cititori.

1.4 Referatele sînt rezumate obiective (necritice) ale unor articole sau lucrări apărute în alte reviste din țară și din străinătate, care se consideră de către redacție a fi interesante și utile cititorilor. Indicația bibliografică este completă (inclusiv numărul de figuri, tabele și referințe bibliografice).

1.5. Recenziile sînt prezentări mai ample și critice ale unor lucrări de anvergură, cărți, monografii, disertații. Recenzorii se aleg de către redacție dintre persoanele competente în domeniul respectiv și care semnează prezentarea. Critica trebuie să fie constructivă și să permită îmbunătățiri la o nouă ediție.

1.6. Norme și standarde constituie o rubrică de prezentare a ultimelor știri privind redactarea și apariția de norme și standarde electrotehnice în țară și străinătate (norme internaționale).

1.7. Cronica servește la anunțarea sau reamintirea unor evenimente mai importante în domeniul electrotehnicii: congrese, conferințe, aniversări, comemorări etc.

2. Partea documentară a revistei este mult amplificată față de trecut, avînd în vedere nevoia acută de a promova și îmbunătăți documentația tehnico-științifică în masa inginerilor și tehnicienilor electricieni.

2.1. Sumarele sînt redactate în cinci limbi, sub formă de fișe bibliografice, decupabile, cu număr de clasificație zecimală și referințe bibliografice normale (denumirea și numărul revistei se repetă pe fiecare fișă). Dispuse pe fanioane care se detașează la scoaterea broșelor fiecărui număr, ele sînt destinate a fi decupate și ordonate în fișiere bibliografice individuale.

2.2. Titlurile unor articole recente din periodicele din țară și străinătate care pot prezenta interes pentru inginerii sau tehnicienii noștri, dar nu pot fi referite mai pe larg (v. 1.4).

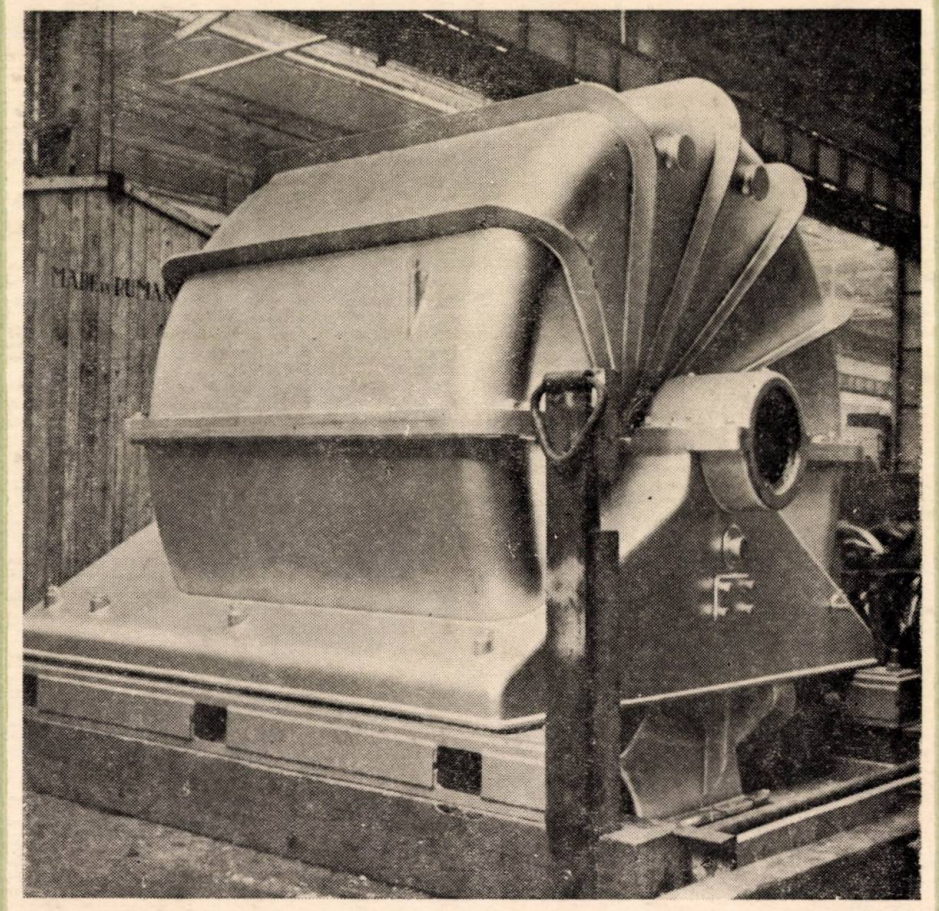
3. Inseratele sînt:

3.1. Anunțuri de evenimente și apeluri către cititori sau autori.

3.2. Reclame și prezentări de produse speciale ale unor întreprinderi din țară și străinătate.

Condițiile pentru inserarea de anunțuri și reclame se comunică de către redacție celor interesați.

Redacția speră că prin aceste măsuri să fi acționat în interesul cititorilor și își propune ca obiectiv să facă revista cît mai utilă, mai interesantă și mai vie.



E 20HO

R

KAT

REFERALVA

ELECTROTEHNICA

12

Electrotehnica — București ★ Anul 9 ★ nr. 12 ★ p. 417 — 456 ★ decembrie 1961

COMBINATUL CHIMIC Făgăraș

produce și livrează:

- BACHELITĂ PRAF
- AMINOPLAST PRAF
- OBIECTE PRESATE DIN BACHELITĂ ȘI AMINOPLAST:

— *cutie pentru megohmetre*
— *cutie pentru voltmetre*
— *borne bipolare*
— *capace și butoni pentru întrerupători*

Pentru producția de serie mare furnizorul, execută proiectarea și sculele necesare presării pieselor respective.

ELECTROTEHNICA

Anul 9 nr. 12 decembrie 1961

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

CUPRINS

CZ 621.313.32.045.7.621.3.017.7

Nicolaide A. : **Dispersia diferenţială a coliviilor de amortizare ale maşinilor sincrone**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 417–423

În lucrare se tratează calculul reactanţelor scăpărilor diferenţiale ale coliviilor de amortizare ale maşinilor sincrone şi se examinează atît cazul rotorului în mişcare cît şi cazul static. Se arată că datele din literatură referitoare la acest subiect nu sînt satisfăcătoare. Se face un studiu amănunţit al problemei determinării scăpărilor diferenţiale ţinînd seamă de neuniformitatea întrefierului, de prezenţa spaţiilor interpolare şi de repartiţia barelor. Se stabilesc o serie de formule de calcul şi se dau tabele pentru determinarea cu uşurinţă a coeficienţilor scăpărilor diferenţiale longitudinale şi transversale pentru majoritatea cazurilor care pot apărea în practică.

CZ 621.313.33.017.6

Nedelcu V. : **Pierderi suplimentare în sarcină în maşinile asincrone**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 423–432

Pe baza lucrărilor apărute în literatura de specialitate din ultimii ani se subliniază aspectele esenţiale ale problemei pierderilor suplimentare în sarcină, în special în maşinile asincrone cu rotorul în scurtcircuit. Sînt expuse rezultatele încercărilor efectuate în cadrul laboratorului de maşini electrice al Institutului politehnic din Bucureşti.

CZ 621.314.223.001.57

Hortopan Gh. şi *Vascan T.* : **Practica modelării transformatoarelor**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 432–439

S-a efectuat modelarea unui autotransformator 60 MVA ; 110/110 kV $\pm$ 20%. S-au făcut încercări cu unda plină, pe model şi original şi cu unda tăiată pe model. Oscilogramele obţinute au permis determinarea solicitărilor izolaţiei şi au arătat necesitatea protejării comutatorului cu ajutorul unui descărcător cu rezistenţă variabilă.

CZ 621.316.923.1.001.6

Predoiu A. : **Aspecte ale evoluţiei construcţiei siguranţelor fuzibile de joasă tensiune şi tendinţe noi**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 439–446

Se prezintă tendinţele şi consideraţiile constructive noi care intervin la dezvoltarea siguranţelor fuzibile cu filet în vederea tipizării şi fabricaţiei în serie mare. Se examinează în detaliu unele particularităţi constructive ale soclurilor, ale patroanelor şi ale pieselor de contact calibrate neinterşanjabile. În concluzie se arată, pe baza experienţei cîştigate la întreprinderea „Electroaparataj", avantajele îmbinării elastice capsate, care evită găuri şi filetări, cît şi condiţiile impuse pieselor metalice şi din porţelan, în vederea lansării în mare serie a fabricaţiei.

NOTE, 446–448
RECENZII, 448–450
DOCUMENTARE, 450–454
CRONICĂ, 454

Fotografia de pe coperta I reprezintă un transformator de putere iar fotografia de pe coperta a IV-a reprezintă o carcasă de motor electric cu răcire prin țevi fabricată la uzina „Electroputere" – Craiova.

СОДЕРЖАНИЕ

ДК 612.313.32.045.7.621.3.017.8

Nicolaide A.: **Дифференциальное рассеяние амортизационных беличьих колес синхронных машин.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 417–423

В работе рассматривается расчет реактивности дифференциальных утечек амортизационных беличьих колес синхронных машин, как для случая ротора в движении, так и в статическом положении. Показано, что литературные данные, касающиеся этого вопроса, являются неудовлетворительными. Детально анализируется вопрос определения дифференциальных утечек с учетом неоднородности воздушного пространства, наличие межполюсных пространств и распределение шин. Устанавливается ряд расчетных формул и даются таблицы для облегчения определения коэффициентов продольных и поперечных дифференциальных утечек для большинства случаев, встречающихся в практике.

ДК 621.313.33.017.6

Nedelcu V.: **Дополнительные потери асинхроных машин под нагрузкой.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 423–432

На основе работ, появившихся в специальной литературе в последние годы, подчеркиваются наиболее важные стороны вопроса дополнительных потерь под нагрузкой и в особенности для асинхронных машин с короткозамкнутым ротором. Изложены результаты испытаний, проведенных в лаборатории электрических машин Бухарестского Политехнического института.

ДК 621.314.223.001.57

Hortopan Gh. u Văscan T.: **Практика моделирования трансформаторов.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 432–439

Проведено моделирование автотрансформатора 60 MVA, 110/110 kv ± 20%. Проведены испытания с полной волной на модели. Полученные осциллограммы позволили определить нагрузку изоляции и показали необходимость защиты коммутатора с помощью разрядника с переменным сопротивлением.

ДК 621.316.923.1.001.6

Predoiu A.: **Аспекты развития и новые направления в конструкции плавких предохранителей низкого напряжения.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 439–446

Представлены стремления и новые конструктивные соображения, которые повлияют на развитие плавких предохранителей с нарезкой в их типизации и в широком серийном производстве. Детально рассматриваются конструктивные особенности цоколей патронов и колиброванных невзаимозаменяющихся контактных деталей. В заключение, на основе опыта, полученного на предприятии „Электроаппаратаж" показываются преимущества капсульного эластичного соединения, которое исключает отверстия и нарезку, а также и условия, предписанные металлическим и орарфоровым деталям, позволяющего ввести большое серийное производство.

ЗАМЕТКИ 446–448

РЕЦЕНЗИИ 448–450

ДОКУМЕНТАЦИЯ 450–454

ХРОНИКА 454

INHALTSVERZEICHNIS

DK 621.313.32.045.7.621.3.017.7

Nicolaide A. : **Die Differentiäl-Dispersion der Dampfungskäfige der Synchronmaschinen.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 417–423

Im Aufsatz wird die Berechnung der Reaktanz der Dampfungskäfige der Synchronmaschinen behandelt und sowohl der in Bewegung befindliche Läufer als auch der statische Fall behandelt. Es wird darauf hingewiesen, dass die in der Literatur angeführten Daten zu diesem Thema unzureichend sind. Man untersucht eingehend das Problem der Bestimmung der Differential-Dispersion, wobei die Ungleichmässigkeit der Luftspalte, der Spielraum zwischen den Polen und die Verteilung der Stäbe in Betracht gezogen wird. Es werden eine Reihe von Berechnungsformeln festgesetzt und Tabellen gezeigt, zur leichten Bestimmung der Koeffizienten der longitudinalen und transversalen Differential-Dispersionen für die Mehrheit der Fälle, die in der Praxis vorkommen können.

DK 621.313.33.017.6

Nedelcu V. : **Zusätzliche Belastungsverluste in Asynchronmaschinen.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 423–432

Auf Grund der in den letzten Jahren in der Fachliteratur erschienenen Arbeiten, werden die wesentlichen Aspekte des Problems des zusätzlichen Belastungsverluste vor allem bei Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufern unterstrichen. Es werden die Ergebnisse der Versuche dargelegt, die im Laboratorium für elektrische Maschinen des Polytechnischen Instituts zu Bukarest durchgeführt wurden.

DK 621.314.223.001.57

Hortopan Gh. und *Văscan T.* : **Die Anwendung des Modellierens der Transformatoren.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 432–439

Ein 60 MVA Spartransformator für 110/110 kV $\pm$ 20% wurde modelliert. Es wurden Versuche mit Stosswellen am Modell und Original und mit geschnittener Stosswelle am Modell vorgenommen. Die erzielten Oszillogramme gestatteten die Bestimmung der Belastung der Isolation und unterstrichen die Notwendigkeit, den Schalter mit Hilfe eines Entladers mit veränderlichem Widerstand zu schützen.

DK 621.316.923.1.001.6

Predoiu A. : **Aspekte der Entwicklung des Baues von Niederspannungs-Schmelzsicherungen und neue Tendenzen.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 439–446

Es werden die neuen Tendenzen und konstruktiven Betrachtungen dargelegt, die bei der Entwicklung der Schraub-Schmelzsicherungen hinsichtlich der Standardisierung und Grosserienfertigung eitreten. Es werden eigehend einige konstruktive Eigenheiten der Sicherungselemente, der Patronen und der kalibrierten nichtauswechselbaren Kontaktteile untersucht.

Auf Grund der im Elektroaparataj-Betrieb gewonnenen Erfahrung werden abschliessend die Vorteile der gekapselten elastischen Verbindung hervorgehoben, die Löcher und Gewinde ausschliessen, und die Bedingungen angeführt, die den Metall-und Porzellanteilen hinsichtlich der Grosserienfertigung auferlegt werden.

NOTEN 446–448

BUCHBESPRECHUNGEN, 448–450

DOKUMENTATION, 450–454

CHRONIK, 454

ELECTROTEHNICA

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI METALURGIEI ȘI CONSTRUCȚIILOR DE MAȘINI

Anul 9 nr. 12 București, decembrie 1961

MŰSZAKI KÖNYVTÁR-ORSZÁGOS 1883

Dispersia diferențială a coliviilor de amortizare ale mașinilor sincrone

Andrei Nicolaide*

Autorul calculează scăpările diferențiale ale mașinilor sincrone cu poli aparenți cu întrefier uniform și neuniform pentru cazul coliviilor complete. Se stabilesc formule de calcul complete și simplificate, ceea ce nu există în mod satisfăcător în literatură. Pentru folosirea cu ușurință a relațiilor se dau tabele cu valorile coeficienților scăpărilor diferențiale pentru cazurile curente.

CZ621.313.32.045.7 : 621.3.017.7

Calculul dispersiei diferențiale a coliviei de amortizare a mașinilor sincrone prezintă dificultăți destul de mari, iar determinarea experimentală a scăpărilor diferențiale separat de celelalte fluxuri de scăpări nu este posibilă.

În lucrarea [4] se studiază dispersia diferențială a coliviei de amortizare a mașinii sincrone. Nu se ține însă seama de contribuția armonicilor superioare ale f.m.m. a amortizorului la producerea armonicii fundamentale, ceea ce conduce la valori mult prea mari ale dispersiei diferențiale. De altfel, în [4], pentru calcule de proiectare se recomandă utilizarea formulei stabilite pentru cazul coliviei obișnuite de mașină asincronă, ceea ce nu este destul de exact.

În lucrarea [6] se examinează, de asemenea, problema calculului dispersiei diferențiale a coliviilor de amortizare. Formulele, de altfel destul de complicate, obținute în [6] dau aceeași valoare a dispersiei diferențiale, independent de numărul de bare pe pol, pentru o aceeași distanță între barele extreme, ceea ce nu este în general acceptabil.

În lucrarea [8] se examinează apariția armonicilor superioare ale cîmpului coliviei, ca urmare a neuniformității întrefierului mașinii sincrone, și se arată efectul lor asupra cuplului mașinii. Nu se calculează însă dispersia diferențială.

Se vede că datele din literatură referitoare la calculul dispersiei diferențiale a amortizorului unei mașini sincrone nu pot fi considerate nici destul de complete, nici satisfăcătoare.

Este necesar de subliniat că un calcul cît mai exact al dispersiei diferențiale prezintă importanță în cazul coliviilor de amortizare ale mașinilor sincrone cu poli aparenți, deoarece cîmpul este bogat în armonici și deci coeficientul dispersiei diferențiale poate fi mare.

În lucrarea de față se studiază dispersia diferențială a amortizoarelor, avîndu-se în vedere prezența spațiilor interpolare, neuniformitatea, întrefierului și repartiția barelor. Pentru ușurința utilizării rezultatelor obținute, dăm tabele cu valoarea coeficienților dispersiei diferențiale pentru majoritatea cazurilor care pot apărea în practică.

I. Metoda generală de calcul

Prin reactanța scăpărilor diferențiale ale amortizorului unei mașini sincrone, vom înțelege diferența dintre reactanța corespunzătoare întregului flux produs de colivie în întrefier și reactanța corespunzătoare armonicii fundamentale a inducției produsă în întrefier de amortizor, așa cum se obișnuiește [1], [9].

Din nenorocire, reactanțele scăpărilor diferențiale nu pot fi determinate experimental direct în starea de mișcare a mașinii, așa cum ar trebui să fie.

Metodele experimentale uzuale cunoscute pentru determinarea reactanțelor amortizorului mașinii sincrone sînt cele statice, cînd indusul mașinii este alimentat în curent monofazat. Or, în acest caz, reactanța scăpărilor diferențiale în sensul de mai sus nu este satisfăcătoare, deoarece fluxul înfășurării indusului nu interacționează numai fluxul armonicii fundamentale

* Ing. *A. Nicolaide* este lector la Institutul Politehnic Brașov.

a inducției produse de amortizor. Din aceste motive, vom folosi pentru acest caz noțiunea de flux util, care de data aceasta nu mai este fluxul armonicii fundamentale, după cum vom arăta mai departe.

Acest sens al scăpărilor diferențiale este necesar deoarece el permite verificarea experimentală a calculului.

În cele ce urmează vom stabili o formulă de calcul pentru reactanța scăpărilor diferențiale longitudinale ale amortizorului pentru mașina aflată în stare de funcționare și o altă formulă de calcul aplicabilă pentru starea statică, verificabilă experimental.

În ceea ce privește reactanța scăpărilor diferențiale transversale, vom stabili o formulă de calcul numai pentru mașina aflată în stare de funcționare, deoarece calculul aceleiași reactanțe pentru cazul static este aproape inabordabil.

La deducerea formulelor pentru reactanța scăpărilor diferențiale, vom admite ipotezele simplificatoare de mai jos:

1. Repartiția curenților în bare se presupune sinusoidală [4].
2. Se neglijează energia magnetică din fier.
3. Se presupun statorul și rotorul netede, întrefierul în orice punct considerîndu-se egal cu întrefierul echivalent. Se admite coeficientul lui Carter constant în tot lungul arcului pasului polar și egal cu valoarea medie.
4. Înfășurarea indusului este sinusoidal repartizată.
5. Amortizorul se consideră cu inele de conexiune complete. Pentru a fixa ideile, vom presupune amortizorul dispus pe rotor.

Coeficientul scăpărilor diferențiale este dat de relația [3], [9]:

$$\tau_\delta = \frac{W_m}{W_u} - 1, \qquad (1)$$

unde s-a notat:

W_m — energia cîmpului magnetic corespunzătoare întregului flux produs de amortizor în întrefier;

W_u — energia corespunzătoare fluxului util al amortizorului. Fluxul util la mașina în mișcare este fluxul armonicii fundamentale. La mașina în stare statică, fluxul util are valoarea indicată la locul respectiv.

II. Calculul coeficientului scăpărilor diferențiale longitudinale

Vom examina cele două cazuri, și anume: primul, cînd cîmpul statoric nu se învîrtește față de rotor și al doilea, cînd cîmpul statoric se învîrtește față de rotor, invers față de ordinea prezentării de mai sus.

În primul caz vom considera cîmpul maxim în axa polului rotorului.

În cazul mașinii în stare statică, fluxul util se consideră egal cu fluxul produs de o forță magnetomotoare a cărei amplitudine este egală cu raportul dintre amplitudinea armonicii fundamentale a f.m.m. produse de amortizor și k_d.

Această ipoteză este justificată prin aceea că, în cazul cînd fluxul longitudinal al amortizorului și fluxul statorului se află față în față și nu se învîrtesc, fluxul longitudinal al amortizorului interacționează nu cu fluxul armonicii fundamentale a cîmpului statorului, ci cu un flux mai mare, și anume egal cu fluxul produs de armonica fundamentală a f.m.m. a înfășurării statorului.

a) *Dispersia diferențială longitudinală a amortizorului cînd cîmpul statoric se învîrtește față de rotor*

Vom considera întrefierul constant și permeabilitatea variabilă, astfel încît la curba reală a f.m.m. să corespundă curba reală a inducției în întrefier.

Cu ipotezele de mai sus, aplicînd relația (1), se obține pentru coeficientul dispersiei diferențiale longitudinale relația

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\frac{4}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} f_d(\alpha)\,\varphi_d(\alpha)\,d\alpha}{A_{1d}\cdot B_{1d}} - 1 \qquad (2)$$

cu

$$\varphi_d(\alpha) = \frac{f_d(\alpha)}{\gamma(\alpha)},$$

unde s-a notat:

$f_d(\alpha)$ — ordonata curbei f.m.m. longitudinale a amortizorului la unghiul electric α de axa polului;

A_{1d} — armonica fundamentală a lui $f_d(\alpha)$;

B_{1d} — armonica fundamentală a lui $\varphi_d(\alpha)$.

Pentru bare egal distanțate pe suprafața piesei polare și întrefier uniform în dreptul piesei polare, se obține

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\pi^2}{8}\cdot\frac{2S_{dk}}{S_d^2}\cdot\frac{\alpha_c}{\pi} - 1, \qquad (3)$$

unde

$$2S_{dk} = \left[\sin\frac{\alpha_c}{2} + \sin 3\frac{\alpha_c}{2} + \ldots \sin(2h-1)\frac{\alpha_c}{2}\right]^2 + 2\left[\sin 3\frac{\alpha_c}{2} + \ldots \sin(2h-1)\frac{\alpha_c}{2}\right]^2 + \ldots + \left[\sin(2h-1)\frac{\alpha_c}{2}\right]^2 \qquad (4)$$

$$S_d = \sin^2\frac{\alpha_c}{2} + \sin^2 3\frac{\alpha_c}{2} + \ldots + \sin^2(2h-1)\frac{\alpha_c}{2}. \qquad (5)$$

pentru un număr par de bare pe pol

$$n_c = 2\ h \tag{6}$$

și

$$2S_{dk} = 2\,[\sin\alpha_c + \sin 2\alpha_c + \ldots + \sin h\alpha_c]^2 + \\ + [\sin 2\alpha_c + \ldots + \sin h\alpha_c]^2 + (\sin h\alpha_c) \tag{7}$$

$$S_d = \sin^2\alpha_c + \sin^2\alpha_c + \ldots + \sin^2 h\,\alpha_c \tag{8}$$

pentru un număr impar de bare pe pol

$$n_c = 2\ h + 1. \tag{9}$$

Însumînd, se obține atît pentru un număr par cît și pentru un număr impar de bare pe pol :

$$2S_{dk} = \frac{1}{\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\left[S_d + \frac{n_c}{8}\cos n_c\,\alpha_c - \frac{\sin n_c\,\alpha_c\cdot\cos\alpha_c}{8\sin\alpha_c}\right] \tag{10}$$

$$S_d = \frac{1}{4}\cdot\left[n_c - \frac{\sin n_c\,\alpha_c}{\sin\alpha_c}\right]. \tag{11}$$

Înlocuind în relația (8) expresiile sumelor, se obține

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\pi^2}{16}\cdot\frac{\alpha_c}{\pi}\cdot\frac{1}{\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\cdot\left[2 + \frac{b_D}{1-k_D}\right]\cdot\frac{1}{S_d} - 1, \tag{3'}$$

unde

$$k_D = \frac{\sin n_c\,\alpha_c}{n_c\sin\alpha_c}$$

$$b_D = \cos\ n_c\,\alpha_c - k_D\cos\ \alpha_c$$

$$S_d = \frac{n_c}{4}(1 - k_D).$$

În tabelele 1 și 2 se dau valorile coeficientului dispersiei diferențiale longitudinale pentru diferite numere de bare, întrefierul fiind presupus constant în tot lungul pasului polar.

Aplicații. 1. Calculul dispersiei diferențiale a unui amortizor cu cinci bare pe pol, $2\beta = 120°$, $\alpha = 2/3$, întrefierul în dreptul piesei polare fiind uniform.

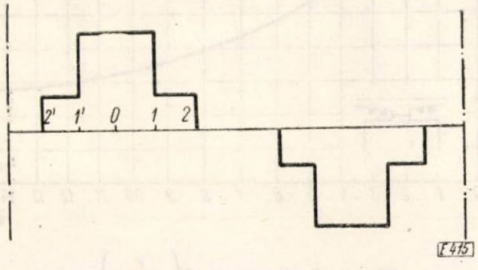


Fig. 1. Curba f.m.m. longitudinale a unui amortizor cu cinci bare pe pol.

Curba f.m.m. longitudinale a amortizorului este reprezentată în figura 1.

În porțiunea *0—1*

$f(\alpha) = \sin\alpha_c + \sin 2\alpha_c = 1{,}366$ $\gamma(\alpha) = 1$ $\varphi(\alpha) = f(\alpha)$.

În porțiunea *1—2*

$f(\alpha) = \sin 2\alpha_c = 0{,}866$ $\gamma(\alpha) = 1$ $\varphi(\alpha) = f(\alpha)$.

În afara arcului piesei polare $f(\alpha) = 0$ $\varphi(\alpha) = 0$.

Se obține cu formula (3') :

$$\tau_{Dd\delta} = 0{,}077.$$

2. Calculul dispersiei diferențiale longitudinale a unui amortizor cu cinci bare pe pol, $2\beta = 120°$, $\alpha \approx 2/3$, piesa polară fiind dimensionată [9] pentru o formă sinusoidală a cîmpului. Avem (fig. 1) :

În porțiunea *0—1*

$f(\alpha) = \sin 30° + \sin 60° = 1{,}366$, $\gamma(\alpha) = \frac{1}{\cos\alpha}$, $\varphi(\alpha) = 1{,}366\cos\alpha$

În porțiunea *1—2*

$f(\alpha) = \sin 60° = 0{,}866$, $\gamma(\alpha) = \frac{1}{\cos\alpha}$, $\varphi(\alpha) = 0{,}866\cos\alpha$.

În afara arcului piesei polare $f(\alpha) = 0$, $\varphi(\alpha) = 0$

Se obține cu formula (1) :

$$\tau_{Dd\delta} = 0{,}078.$$

3. Calculul dispersiei diferențiale a unui amortizor cu două bare pe pol, $2\beta = 120°$, $\alpha \approx 2/3$, întrefierul fiind uniform. Acest caz corespunde înfășurării de excitație, care poate fi considerată ca fiind constituită din două bare așezate la marginea piesei polare [2].

În limitele arcului piesei polare :

$$f(\alpha) = 0{,}866,\ \varphi(\alpha) = f(\alpha).$$

În afara arcului piesei polare :

$$f(\alpha) = 0.$$

Se obține cu formula (3') :

$$\tau_{Dd\delta} = 0{,}095.$$

Dacă piesa polară este dimensionată pentru o formă sinusoidală a cîmpului, toate celelalte condiții fiind aceleași, se obține cu formula (2) :

$$\tau_{Dd\delta} = 0{,}062.$$

Dimensionarea piesei polare pentru o formă sinusoidală a cîmpului duce deci la micșorarea dispersiei diferențiale a înfășurării de excitație.

b) *Dispersia diferențială longitudinală a amortizorului, cîmpul statoric fiind fix față de rotor*

Ne vom mărgini la cazul întrefierului uniform în dreptul piesei polare. Vom presupune, de asemenea, barele amortizorului egal distanțate pe suprafața piesei polare.

Cu ipotezele menționate, aplicînd relația (1), se obține pentru coeficientul dispersiei diferențiale longitudinale relația:

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\pi^2}{8} \cdot \frac{2S_{dk}}{S_d^2} \cdot \frac{\alpha_c}{\pi} \cdot k_d - 1 \qquad (12)$$

sau

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\pi^2}{16} \cdot \frac{\alpha_c}{\pi} \cdot \frac{1}{\sin^2 \frac{\alpha_c}{2}} \left[2 + \frac{b_D}{1 - k_D} \right] \cdot \frac{k_D}{S_d} - 1,$$

notația fiind aceeași ca la formula (3′).

Aplicații. 1. Dispersia diferențială longitudinală a unui amortizor cu două bare pe pol. Pentru un armortizor cu două bare pe pol avem:

$$\tau_\delta = \frac{\pi^2}{8} \cdot \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\alpha k_d}{\frac{4}{\pi} \sin^2 \frac{\alpha\pi}{2}} - 1. \qquad (13)$$

Notăm [2]:

$$\frac{k_d}{k_f} = k_{ad} \qquad (14)$$

$$k_f = \frac{4}{\pi} \sin \frac{\alpha\pi}{2} \qquad (15)$$

$$k_\Phi = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\alpha}{\frac{4}{\pi} \sin \frac{\alpha\pi}{2}}. \qquad (16)$$

Se obține

$$\tau_\delta = \frac{4}{\pi} k_\Phi k_{ad} - 1, \qquad (17)$$

adică tocmai relația folosită pentru calculul scăpărilor diferențiale ale înfășurării de excitație [2].

2. Dispersia diferențială longitudinală a unui amortizor cu cinci bare pe pol, $2\beta = 120°$, $\alpha \approx 2/3$, $k_d = 0{,}96$.

Aplicînd formula (12), se obține:

$$\tau_{Dd\delta} = 0{,}04.$$

Reactanța scăpărilor diferențiale longitudinale este deci de 4% din reactanța longitudinală a circuitului magnetizant.

După lucrarea [4] formula (2−58), se obține în același caz:

$$\tau_{Dd\delta} = 0{,}12.$$

Reactanța scăpărilor diferențiale longitudinale este deci după [4] de 12% din reactanța longitudinală a circuitului magnetizant.

Ținînd seamă că reactanța longitudinală de scăpări a amortizorului este de ordinul a 10%, coeficientul dispersiei diferențiale, calculat după [4], este inadmisibil de mare.

III. Calculul coeficientului scăpărilor diferențiale transversale

Vom determina coeficientul scăpărilor diferențiale pentru cazul cînd cîmpul statoric se învîrtește față de rotor. Vom considera întrefierul constant și permeabilitatea variabilă, astfel încît curbei reale a f.m.m. să-i corespundă curba reală a inducției în întrefier. Fluxul util este fluxul armonicii fundamentale a inducției.

Cu ipotezele admise mai sus, aplicînd relația (1), se obține pentru coeficientul dispersiei diferențiale transversale relația

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} f_q(\alpha)\, \varphi_q(\alpha)\, d\alpha}{A_{1q} \cdot B_{1q}} - 1 \qquad (18)$$

cu

$$\varphi_q(\alpha) = \frac{f_q(\alpha)}{\gamma(\alpha)},$$

unde s-a notat:

$\varphi_q(\alpha)$ — ordonata curbei f.m.m. transversale a amortizorului la unghiul α de axa polului;

A_{1q} — armonica fundamentală a lui $f_q(\alpha)$;

B_{1q} — armonica fundamentală a lui $\varphi_q(\alpha)$.

În spațiul interpolar avem [5]:

$$\gamma(\alpha) = \frac{\sigma}{\gamma}, \quad \gamma = \frac{\delta_{max}}{\delta_{min}}.$$

Valorile lui σ sînt date după [5] în figura 2.

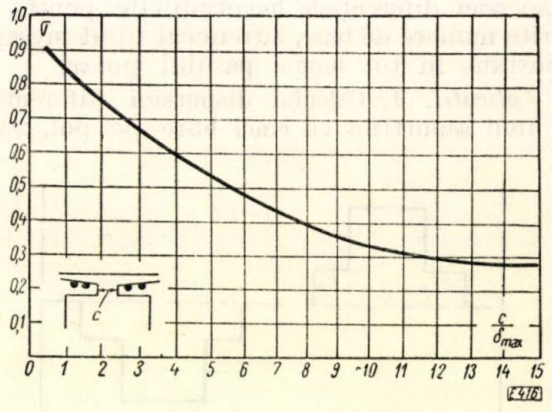


Fig. 2. Curba $\sigma = f\left(\frac{c}{\delta_{max}}\right)$.

Pentru bare egal distanțate pe suprafața piesei polare, admițînd că modificarea energiei cîmpului magnetic rezultant și a energiei cîmpului magnetic al armonicii fundamentale, datorită

neuniformității întrefierului, are loc în aceeași măsură, se obține :

$$\tau_{Dq\delta} = \frac{\pi^2}{8} \cdot \frac{2S_{qk} \cdot \frac{\alpha_c}{\pi} + (1-\alpha) S_k^2}{S_q^2} - 1, \quad (19)$$

unde

$$2S_{qk} = 2\left[\cos\frac{\alpha_c}{2}\right]^2 + 2\left[\cos\frac{\alpha_c}{2} + \cos 3\frac{\alpha_c}{2}\right]^2$$

$$+ 2\left[\cos\frac{\alpha_c}{2} + \cos 3\frac{\alpha_c}{2} + \ldots + \cos(2h-3)\frac{\alpha_c}{2}\right]^2 \quad (20)$$

$$S_q = \cos^2\frac{\alpha_c}{2} + \cos^2 3\frac{\alpha_c}{2} + \ldots + \cos^2(2h-1)\frac{\alpha_c}{2} \quad (21)$$

$$S_k = \cos\frac{\alpha_c}{2} + \cos 3\frac{\alpha_c}{2} + \ldots + \cos(2h-1)\frac{\alpha_c}{2} \quad (22)$$

pentru un număr par de bare pe pol

$$n_c = 2h$$

și

$$2S_{qk} = 2\left[\frac{1}{2}\right]^2 + 2\left[\frac{1}{2} + \cos\alpha_c\right]^2 + \ldots +$$

$$+ 2\left[\frac{1}{2} + \cos\alpha_c + \ldots + \cos(h-1)\alpha_c\right]^2 \quad (23)$$

$$S_q = \frac{1}{2} + \cos^2\alpha_c + \cos^2 \cdot 2\alpha_c + \ldots + \cos^2 h\alpha_c \quad (24)$$

$$S_k = \frac{1}{2} + \cos\alpha_c + \ldots + \cos h\,\alpha_c \quad (25)$$

pentru un număr impar de bare pe pol, $n_c = 2h + 1$.

Pentru ambele cazuri, însumînd, se obține :

$$2S_{qk} = \frac{1}{8\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\left[(n_c - 1) + \cos n_c\alpha_c - \right.$$

$$\left. - \frac{\sin n_c\alpha_c}{\sin\alpha_c} \cdot \cos\alpha_c\right]. \quad (26)$$

Înlocuind în relația (19) expresia sumelor, se obține :

$$\tau_{Dd\delta} = \frac{\pi^2}{64} \cdot \frac{1}{\sin^2\frac{\alpha_c}{2}} \cdot \frac{1 - \cos n_c\alpha_c \frac{\alpha_c}{\pi} \cdot n_c b_D}{S_q^2} - 1, \quad (19')$$

unde

$$S_q = \frac{n_c}{4}(1 + k_D).$$

Semnificația celorlalte notații este aceeași ca la formula (3').

Tabela 1

$\beta = 0{,}665$ $(2\beta^\circ = 120^\circ)$

n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
$\tau_{Dq\delta}$	0,095	0,095	0,079	0,077	0,076	0,075	0,075	0,075

Tabela 2

$\beta = 0{,}555$ $(2\beta^\circ = 100^\circ)$

n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
$\tau_{Dq\delta}$	0,160	0,160	0,165	0,175	0,187	0,185	0,186	0,190

Tabela 3

$\beta = 0{,}655$ $(2\beta^\circ = 120^\circ)$

n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
$\tau_{Dq\delta}$	0,65	0,095	0,040	0,020	0,015	0,010	0,008	0,007

Tabela 4

$\beta = 0{,}555$ $(2\beta^\circ = 100^\circ)$

n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
$\tau_{Dq\delta}$	0,33	0,061	0,032	0,027	0,018	0,015	0,014	0,010

Tabela 5

$\beta = 0{,}445$ $(2\beta^\circ = 80^\circ)$

n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
$\tau_{Dq\delta}$	0,165	0,045	0,027	0,025	0,023	0,022	0,022	0,021

Tabela 6

$\beta = 0{,}334$ $(2\beta^\circ = 60^\circ)$

n_c	2	3	4	5	6	7	8	9
$\tau_{Dq\delta}$	0,100	0,052	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045

Aplicații. 1. Dispersia diferențială transversală a unui amortizor cu cinci bare pe pol $2\beta = 120^\circ$, $\alpha \approx 2/3$, $\sigma = 0{,}4$, întrefierul fiind uniform în dreptul piesei polare. Curba f.m.m. transversale a amortizorului este reprezentată în figura 3.

În porțiunea : *3—2*

$$f(\alpha) = \frac{1}{2}\cos 0° = 0{,}5,\ \gamma(\alpha) = 1,\ \varphi(\alpha) = f(\alpha) = 0{,}5$$

$$2-1\quad f(\alpha) = \frac{1}{2}\cos 0° + \cos 30° = 1{,}366,$$

$$\gamma(\alpha) = 1,\ \varphi(\alpha) = f(\alpha) = 1{,}366$$

$$1-1'\quad f(\alpha) = \frac{1}{2}\cos 0° + \cos 30° + \cos 60° =$$

$$= 1{,}866,\ \gamma(\alpha) = \frac{1}{\sigma},\ \varphi(\alpha) = \sigma f(\alpha) = 0{,}746$$

aplicînd formula (18), se obține

$$\tau_{Dq\delta} = 0{,}027.$$

2. Dispersia diferențială transversală a unui amortizor cu cinci bare pe pol $2\beta = 120°$, $\alpha \approx 2/3$, piesa polară fiind dimensionată pentru o formă sinusoidală a cîmpului.

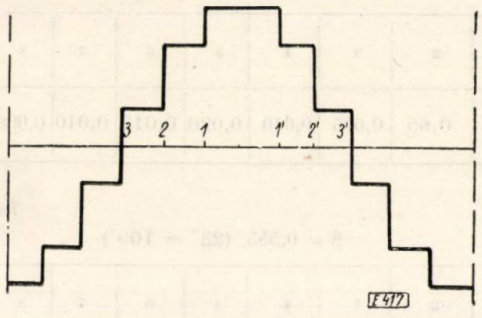


Fig. 3. Curba f.m.m. transversale a unui amortizor cu cinci bare pe pol.

În porțiunea *3—2*:

$$f(\alpha) = 0{,}5\ \gamma(\alpha) = \frac{1}{\cos\alpha},\ \varphi(\alpha) = 0{,}5\cos\alpha$$

$$2-1\quad f(\alpha) = 1{,}366,\ \gamma(\alpha) = \frac{1}{\cos\alpha}\ \varphi(\alpha) = 1{,}366\cos\alpha$$

$$1-1'\quad f(\alpha) = 1{,}866\ \gamma(\alpha) = \frac{\gamma}{\sigma} = 5,\ \varphi(\alpha) = 0{,}373.$$

Aplicînd formula (19), se obține :

$$\tau_{Dq\delta} = 0{,}04 \text{ sau } 4\%.$$

Neuniformitatea întrefierului și prezența spațiilor interpolare duc deci la o mărire a dispersiei diferențiale.

O b s e r v a ț i i. 1. Pentru cazul unei mașini asincrone obișnuite, pentru rotorul în colivie avem :

$$2n_c = \frac{2\pi}{\alpha_c};\ \sin n_c\alpha_c = 0,\ k_d = 1$$

$$S_d = \frac{n_c}{4};\ 2S_{dk} = \frac{1}{8}\cdot\frac{1}{\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\cdot n_c$$

Reactanța scăpărilor diferențiale este :

$$x_\delta = \frac{2\pi\mu_0 F_1}{\Phi_N}\cdot\left[\frac{k_d\cdot\tau\cdot l_i}{\pi^2\cdot\delta'}\right]\cdot\left[\frac{\pi^2}{8}\cdot\frac{1}{\left(\frac{n_c}{4}\right)^2}\cdot\frac{1}{\sin^2\frac{\alpha_c}{2}}\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\frac{\alpha_c}{\pi} - 1\right] \approx \frac{2\pi\mu_0 F_1}{\Phi_N}\cdot\frac{1}{n_c}\cdot\frac{\tau_c l_i}{12\,\delta}.$$

Deci permeanța scăpărilor diferențiale pentru o crestătură este

$$\lambda_\delta = \frac{\tau_c}{12\delta}.$$

Se regăsește astfel formula cunoscută [7]. Același rezultat se obține dacă se particularizează relația care dă scăpările diferențiale transversale ale amortizorului unei mașini sincrone pentru cazul coliviei obișnuite de motor asincron.

2. Din exemplele de mai sus se vede că pentru calculul dispersiei diferențiale se pot utiliza, cu o exactitate practic satisfăcătoare, formulele stabilite pentru un întrefier uniform.

3. Reactanța de dispersie diferențială longitudinală a amortizorului este :

$$x_{Dd\delta} = \tau_{Dd\delta}\cdot x_{ad}.$$

Reactanța de dispersie diferențială transversală a amortizorului este :

$$x_{Dq\delta} = \tau_{Dd\delta}\cdot x_{aq}.$$

Concluzii

1. Dispersia diferențială longitudinală este mai mică în cazul cîmpului statoric nemișcat față de amortizor decît în cazul cîmpului statoric în mișcare de rotație față de amortizor.

2. Prezența spațiilor interpolare duce la micșorarea dispersiei longitudinale a înfășurării de excitație și amortizorului cînd cîmpul statoric este fix față de amortizor.

3. Dispersia diferențială longitudinală crește repede o dată cu micșorarea unghiului dintre barele extreme ale piesei polare.

4. Dispersia diferențială transversală crește o dată cu micșorarea unghiului dintre barele extreme ale piesei polare, dar mai puțin decît dispersia diferențială longitudinală.

Dimensionarea piesei polare pentru o formă sinusoidală a cîmpului duce la micșorarea dispersiei diferențiale longitudinale a înfășurării de excitație și la creșterea dispersiei diferențiale transversale a amortizorului. Efectul dimensionării piesei polare pentru o formă sinusoidală a cîmpului asupra mărimii dispersiei diferențiale longitudinale este foarte redus în cazul amortizoarelor chiar dacă numărul de bare pe pol este mic (cinci bare pe pol, de exemplu).

5. Scăpările diferențiale, în cazul cîmpului statoric în mișcare de rotație față de rotor, fiind relativ mari, urmează, că în cazul coliviilor de amortizare utilizate pentru pornire sau amortizarea cîmpurilor inverse, este indicat să se utilizeze un număr mare de bare (7—9 bare pe pol), iar barele extreme de pe un pol să fie așezate cît mai aproape de marginile piesei polare.

Notații

k_d — raportul dintre amplitudinea armonicii fundamentale a inducției magnetice produse în întrefier de o f.m.m. longitudinală sinusoidal repartizată, întrefierul fiind cel real și amplitutinea curbei inducției magnetice produse în întrefier de aceeași f.m.m., întrefierul fiind constant în lungul arcului polar și egal cu întrefierul din axa polului;

$f_d(\alpha)$ — ordonata curbei f.m.m. longitudinale a amortizorului la unghiul electric α de axa polului;

$f_q(\alpha)$ — ordonata curbei f.m.m. transversale a amortizorului la unghiul electric α de axa polului;

n_c — numărul de bare pe pol;

x_{ad}, x_{aq} — reactanțele longitudinală și transversală ale circuitului magnetizant;

$x_{D\delta}$, $x_{Dq\delta}$ — reactanțele dispersiei diferențiale longitudinale și transversale a amortizorului;

α — coeficientul de acoperire al pasului polar;

α_c — unghiul electric dintre două bare vecine ale polului;

2β — unghiul electric dintre barele extreme ale piesei polare;

$\gamma(\alpha)$ — raportul dintre întrefierul echivalent la unghiul electric α de axa polului și întrefierul echivalent în axa polului;

γ — raportul dintre întrefierul la marginea piesei polare și întrefierul în axa polului

$$\varphi_d(\alpha) = \frac{f_d(\alpha)}{\gamma(\alpha)} \qquad \varphi_q(\alpha) = \frac{f_q(\alpha)}{\gamma(\alpha)};$$

$\tau_{D\delta}$, $\tau_{Dq\delta}$ — coeficienții longitudinal și transversal ai dispersiei diferențiale.

Bibliografie

[1] *Gheorghiu I. S.*: Mașini electrice, vol. II, Editura Ministerului Învățămîntului și Culturii, 1958.

[2] *Kostenko M. P.*: Elektriceskie mașinî. Speţialnaia ciast. Gosenergoizdat, Moscova Leningrad, 1949.

[3] *Postnikov I. M.*: Proiectarea mașinilor electrice, Editura energetică de stat, 1954.

[4] *Talaat M. E.*: Novîi podhod k opredelenii induktivnîh soprotivlenii mașinî. Gosenergoizdat, 1959.

[5] *Talalov I. I.*: Utocinenie metoda rassmotreniia uspokoitelnoi obmotki (lucrarea [4], pag. 71—84).

[6] *Tuschak R.*: Kiallo polusu szinkron motorok indito kalickajanak rövidzarasi impedanciaja. Elektrotehnika *52*, 1959, 8—9, 337—358.

[7] *Vinogradov N., Gorianov F. A., Sergheev P. S.*,: Proektirovanie elektricesin Mașin, Gosenergoizdat, 1956.

[8] *Liwschitz Garik M.*: Harmonics of the salient-pole synchronous machine and their effects, Trans. A.I.E.E., Part I, *75*, 1956, 35—39, Part II, *76*, 1957, 275—281.

[9] *Richter R.*: Mașini electrice, vol. II și vol. IV, 1960, Editura tehnică.

[10] *Laible Th.*: Influence des différentes constructions d'amortisseurs et des pôles massifs sur les constantes des alternateurs à pôles saillants, Rapport CIGRÉ no. 111, Tome I și Tome II, Paris, 1950.

Pierderi suplimentare în sarcină în mașinile asincrone*

Vasile N. Nedelcu** — București.

Folosirea cît mai economică a materialelor active în mașinile de inducție și îmbunătățirea performanțelor tehnice ale acestora depind într-o mare măsură de rezolvarea problemei pierderilor suplimentare în sarcină.

În articol, în lumina lucrărilor apărute în literatura de specialitate, cît și pe baza rezultatelor încercărilor experimentale efectuate, se fac o serie de recomandări tehnice privind calculul, determinarea experimentală a pierderilor suplimentare în mașinile de inducție, în special cu rotorul în scurtcircuit, menite să contribuie la rezolvarea corectă a acestei probleme în procesul de proiectare. De asemenea se recomandă o metodă de control pentru calitatea coliviei rotoarelor.

CZ 621.313.33.017.6

În procesul de funcționare a mașinilor electrice, în afară de pierderile Joule-Lenz histerezis, prin curenți turbionari și mecanice, se dezvoltă și așa-numitele „pierderi suplimentare".

În categoria pierderilor suplimentare trebuie luate în considerație două forme distincte:

— pierderi suplimentare care au loc la funcționarea în gol a mașinii, din care cauză în literatură se numesc pierderi suplimentare în gol [10];

— pierderi suplimentare care se manifestă pronunțat la funcționarea în sarcină a mașinii; aceste pierderi se denumesc în literatură „pierderi suplimentare în sarcină" [2, 4, 6, 13, 15].

Pierderile suplimentare în sarcină sînt asociate cu fluxurile de scăpări în mașină și depind într-o mare măsură de tipul constructiv al mașinii electrice considerate.

Atît pierderile suplimentare în gol cît și cele în sarcină se dezvoltă atît în fier (sistemul magnetic) cît și în înfășurări (sistemul electric), iar adesea și în piesele masive metalice înconjurătoare.

În mașinile de inducție (asincrone), datorită particularităților constructive ale acestora,

* Lucrarea a fost elaborată în cadrul convenției de colaborare încheiate în anul 1960 între fabrica de motoare electrice — București și catedra de mașini electrice din IPB.

** Ing. *V. N. Nedelcu* — candidat în științe tehnice — este conferențiar la Institutul politehnic din București.

ca : întrefier mic, crestături pe ambele armături, pierderile suplimentare în sarcină prezintă o importanță deosebită [4, 12, 13, 15]. În plus, în mașinile asincrone cu rotorul în scurtcircuit valoarea pierderilor suplimentare în sarcină, după cum se arată în [8, 15], depinde foarte mult de procesul tehnologic de confecționare a rotorului, anume de rezistența de contact dintre bare (turnate sau introduse) și fierul rotorului, adică de rezistența transversală a rotorului.

Din această cauză problema pierderilor suplimentare în sarcină a constituit obiectul a numeroase studii și cercetări și continuă să stea în centrul preocupărilor specialiștilor. Lucrarea de față își propune să sublinieze cîteva aspecte ale problemei pierderilor suplimentare în sarcină în mașinile de inducție în lumina lucrărilor apărute în ultimii ani în literatura de specialitate, să expună metodele de determinare experimentală a acestor pierderi, să prezinte rezultatele încercărilor experimentale efectuate în cadrul laboratorului de mașini electrice al Institutului politehnic din București și să prezinte ultimele formule de calcul pentru aceste pierderi apărute în literatură.

1. Pierderi suplimentare în sarcină : definiție, influența acestora asupra caracteristicilor de funcționare ale mașinii

Teoria clasică a mașinilor de inducție conduce la diagrama cercului sub diferitele forme ale acesteia. Caracteristicile de funcționare ale mașinilor normale se predetermină cel mai adesea la proiectare cu ajutorul diagramei cercului, iar la platforma de încercare se întîmplă că acestea se verifică tot cu ajutorul diagramei cercului, construită însă pe baza parametrilor determinați experimental din încercarea de mers în gol și scurtcircuit.

Această procedură, care se aplică adesea în fabricile constructoare de mașini electrice, dă o coincidență satisfăcătoare între caracteristicile predeterminate prin calcul și cele predeterminate experimental.

Nu se mai poate spune același lucru în ceea ce privește predeterminarea randamentului, care se face azi calculînd, după diferite formule intrate în uz, pierderile separate. În acest caz se constată foarte des că valoarea randamentului determinat din încercarea directă diferă cu 2—5% față de valoarea randamentului precalculat, iar valoarea cuplului electromagnetic dezvoltat de mașină la valori mari ale alunecării poate diferi de cel calculat cu 200% [3, 4, 8, 9].

Pierderile suplimentare în sarcină în mașinile de inducție se definesc ca diferența dintre pierderile totale care se măsoară în mașina respectivă la funcționarea în sarcină, la un curent dat, și suma pierderilor electrice, calculate pentru curentul respectiv, magnetice și mecanice [4,13].

Influența pierderilor suplimentare în sarcină asupra funcționării mașinii se manifestă pronunțat la funcționarea acesteia la valori mari ale alunecării. În figura 1 este arătată di-

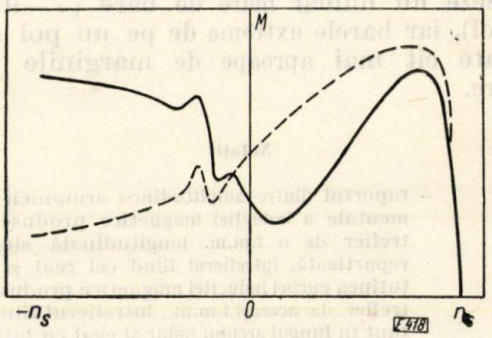


Fig. 1. Caracteristica mecanică a mașinii asincrone :
- - - - - - teoretică ; ——— determinată experimental.

ferența dintre caracteristica mecanică teoretică a mașinii și cea determinată experimental [8]. Această diferență proprie aproape tuturor mașinilor asincrone cu rotorul în scurtcircuit se pune în contul cuplurilor electromagnetice parazite (subsincrone), asociate cu pierderile suplimentare în sarcină. De asemenea, pierderile suplimentare în sarcină afectează substanțial și temperatura de funcționare a mașinii, perioada de pornire și perioada de inversare a sensului de rotație, precum și solicitarea mecanică a axului mașinii. Aliura caracteristicii mecanice a mașinii în intervalul de variație a vitezei $n = \pm n_s$ (n_s — viteza sincronă) interesează în mod deosebit în proiectarea schemelor de acționări și automatică, cînd se impune inversarea sensului de rotație, frînarea dinamică, alimentarea cu un sistem de tensiuni nesimetrice etc.

2. Componentele principale ale pierderilor suplimentare în sarcină

Pierderile suplimentare în sarcină sînt asociate cu fluxul magnetic de scăpări existente în mașină. În mașinile de inducție, fluxul de scăpări prezintă următoarele componente principale : 1) fluxul de scăpări diferențial ; 2) fluxul de scăpări prin crestătură ; 3) fluxul de scăpări frontal (de la capetele de bobină) ; 4) fluxul de scăpări datorit înclinației crestăturii rotorului față de cea a statorului în mașinile în care există această înclinație.

În funcție de aceste componente ale fluxului de scăpări, se cuvine a se considera următoarele componente principale ale pierderilor suplimentare în sarcină [13, 15] : 1) pierderi superficiale în stator și rotor datorită curenților turbionari induși în fierul statorului și rotorului prin variația în timp a fluxului diferențial de

scăpări; datorită frecvenței ridicate a acestor curenți, adîncimea lor de pătrundere este foarte mică; 2) pierderi pulsatorii în dinții statorului și rotorului, dezvoltate de curenții turbionari, care circulă în fierul dinților, datorită pulsației la frecvență înaltă (frecvență dentară) a fluxului de scăpări diferențial, preum și pierderile electrice suplimentare care se dezvoltă în cuprul rotorului din aceeași cauză; 3) pierderi prin curenți turbionari în cuprul statorului care se induc datorită variației în timp (la frecvența fundamentală) a cîmpului de scăpări în crestătură; 4) pierderi în fier datorită curenților turbionari induși de fluxul de scăpări frontal în piesele metalice magnetice, care se află în vecinătatea capetelor de bobină; 5) pierderi suplimentare în fier datorită fluxului de scăpări afectat de înclinația crestăturii rotorului.

Mecanismul fizic al producerii pierderilor suplimentare în sarcină este același ca și al pierderilor suplimentare în gol (prin fluxul util), adică variația în timp a fluxurilor de scăpări induce curenți turbionari în fier, cupru și piesele metalice situate în apropierea capetelor de bobină. Trebuie subliniat faptul că între curenții turbionari induși prin variația fluxului rezultant și prin variația fluxului de scăpări diferențial există un defazaj de 90°. Acest lucru rezultă clar din figura 2.

De asemenea, din figura 2 reiese că fluxul rezultat diferențial în dinte (de armonică dentară) este egal cu diferența fluxurilor Φ 1 și Φ 2. Este clar că, dacă pasul dentar al statorului

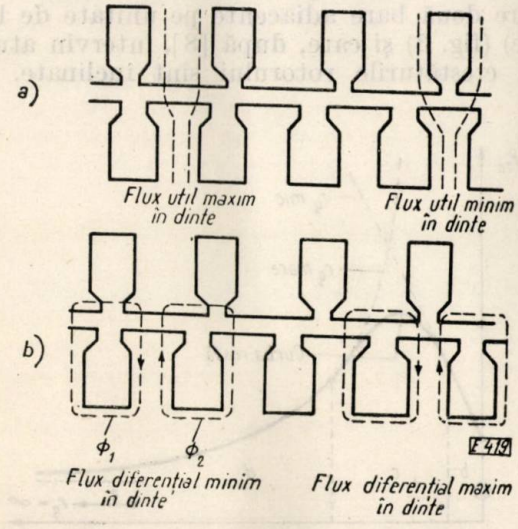


Fig. 2. Variația fluxului principal (*a*) și diferențial (*b*) în dinții rotorului, datorită crestăturilor statorului. (După cum se observă, variația celor două fluxuri în crestătură este în cvadratură).

diferă de pasul dentar al rotorului, variația celor două fluxuri nu va fi în fază, astfel încît fluxul în dinte va avea o variație rezultantă de frecvență dentară.

Luarea în considerare în calcule a acestei situații este deosebit de dificilă. Deducerea unor formule de calcul pentru pierderile suplimentare în sarcină se complică și mai mult dacă curenții din crestăturile vecine nu sînt în fază, cum este cazul rotoarelor în scurtcircuit, unde fiecare dinte separă zonele a două faze vecine și dacă se consideră simultan și influența fenomenului histerezis și a curenților turbionari de frecvență fundamentală. În plus, în asemenea calcule trebuie evaluată și influența saturației.

Fluxul diferențial de scăpări însumează fluxurile tuturor armonicilor spațiale de ordin superior; dintre acestea, cele mai importante sînt armonicile spațiale dentare perechi de ordinul $2s \pm 1$ și $2r \pm 1$ (s — numărul de crestături pe pol la stator; r — numărul de crestături pe pol la rotor) — deoarece aceste armonici au coeficientul de înfășurare egal cu coeficientul de înfășurare al fundamentalei și mai prezintă proprietatea că scurtarea pasului înfășurării nu influențează amplitudinea acestora — precum și armonicile perechi (de zonă) de ordinul $2m \pm \pm 1$ (m — numărul fazelor).

Cea mai importantă sursă de pierderi suplimentare în sarcină în mașinile de inducție o constituie curenții turbionari, care se induc în dinții mașinii, datorită variației fluxurilor de armonică dentară. Valoarea acestor pierderi depinde de următorii parametri: a) raportul dintre numărul dinților rotorului și statorului; cu cît acest raport diferă mai mult de unitate, cu atît pierderile în dinți sînt mai mari; dacă acest raport este unitar în dinți, se dezvoltă numai pierderi superficiale; *b*) tipul rotorului: rotor bobinat sau în scurtcircuit. Dacă rotorul este în scurtcircuit, valoarea pierderilor suplimentare în sarcină mai depinde și de: c) rezistența transversală a rotorului (dintre două bare vecine), adică de izolația barei față de fier; d) lungimea barelor (divizarea rotorului); e) înclinarea crestăturii rotorului față de cea a statorului.

Toate pierderile suplimentare care se dezvoltă în sarcină, datorită variației fluxurilor de armonici spațiale superioare, depind de viteza de rotație a rotorului și, în consecință, sînt acoperite de puterea mecanică.

3. Calculul și determinarea experimentală a pierderilor suplimentare în sarcină

Pentru calculul pierderilor suplimentare în sarcină au fost stabilite de mult timp formule corespunzătoare [11, 15 etc.] Aceste formule însă se întemeiază pe ipoteza că barele rotorului sînt izolate de fierul rotorului. Dacă pentru motoarele asincrone cu rotoarele bobinate aplicarea acestor formule conduce la valori ale pierderilor suplimentare oarecum concordante

cu cele determinate experimental, pentru motoarele asincrone cu motorul în scurtcircuit calculul pierderilor suplimentare în sarcină cu ajutorul formulelor clasice conduce la valori ale acestora mult inferioare celor determinate experimental, astfel încît formulele respective pentru calculul pierderilor suplimentare în sarcină la aceste motoare (în scurtcircuit) au importanță simbolică [8].

Din această cauză, deși încercările experimentale în sarcină ale mașinilor asincrone cu rotorul în scurtcircuit dădeau valori ale pierderilor suplimentare în sarcină mult mai mari decît cele calculate, totuși multe standarde tehnice [5, 7, 14] stabilesc valoarea globală pentru pierderile suplimentare în sarcină la 0,50 % din puterea absorbită (la motoare).

Determinarea experimentală a pierderilor suplimentare în sarcină cunoaște de asemenea o evoluție interesantă. Plecînd de la definiția pierderilor suplimentare în sarcină, determinarea experimentală a acestora nu pare a fi o problemă complicată. Este necesar a face o încercare în sarcină a mașinii respective și a compara pierderile totale determinate din această încercare cu suma pierderilor separate determinate din încercările în gol (pentru curentul de sarcină considerat), astfel încît, scăzînd din prima cantitate pe cea de-a doua, se obține valoarea pierderilor suplimentare în sarcină.

Această metodă indirectă de determinare a pierderilor suplimentare în sarcină are o aplicabilitate practică în domeniul mașinilor de puteri mici și mijlocii, al căror randament este mai mic de 85—90 %, metoda fiind afectată de erorile aferente măsurării cuplului, vitezei de rotație, respectiv alunecării, erori de măsură care în anumite împrejurări pot fi apreciabile.

Pentru mașini mari, al căror randament este mai mare de 85—90 %, metoda de determinare directă a pierderilor totale (și deci și a pierderilor suplimentare în sarcină) este impracticabilă. Determinarea experimentală a pierderilor suplimentare în sarcină se poate efectua și cu ajutorul unor noi metode directe.

În acest scop se alimentează statorul motorului cu curent continuu [1] sau alternativ [2] și se antrenează rotorul la viteză sincronă; în cazul alimentării cu curent alternativ, rotorul se antrenează în sens invers sensului de rotație al cîmpului învîrtitor. Mai pot fi folosite și alte metode [15].

Cea mai răspîndită dintre metodele directe de determinare a pierderilor suplimentare în sarcină este metoda antrenării rotorului contracîmp, metoda frînei asincrone [2], completată cu metoda de măsurare a pierderilor în stator cu rotorul scos.

Această metodă este prevăzută și în lucrarea [6].

În ultimii ani, datorită tendinței permanente de a majora puterea specifică a motoarelor asincrone, de folosire intensivă a materialelor active, cît și importanței deosebite pe care o prezintă influența pierderilor suplimentare în sarcină în special asupra randamentului, temperaturii de funcționare și caracteristicii mecanice a mașinii, problema pierderilor suplimentare în sarcină sub cele două aspecte ale sale — calculul și determinarea experimentală — a constituit obiectul unor cercetări aprofundate.

Astfel, în [12] metoda antrenării contracîmp a fost supusă unei minuțioase confruntări cu alte metode experimentale, efectuîndu-se încercări pe un mare număr de mașini de putere variind între 10—250 CP.

Concluziile acestei lucrări sînt în favoarea metodei „antrenării rotorului contracîmp" și aduc noi precizări în legătură cu determinarea pierderilor suplimentare în sarcină.

De asemenea a fost abordată problema unor noi formule de calcul pentru pierderile suplimentare în sarcină în motoarele asincrone cu rotorul în scurtcircuit [13, 15].

În problema pierderilor suplimentare în sarcină în motoarele de inducție în scurtcircuit, a influenței tehnologiei de fabricație, respectiv a rezistenței de contact dintre bare și fierul rotorului (a rezistenței transversale), a aplicării raționale a diferitelor metode de reducere a pierderilor suplimentare în sarcină, se înscrie și lucrarea [8].

Unul dintre rezultatele de seamă ale acestei lucrări constă în deducerea legii de variație a acelor pierderi suplimentare în sarcină care depind de rezistența transversală (rezistența dintre două bare adiacente pe unitate de lungime) (fig. 3) și care, după [8], intervin atunci cînd crestăturile rotorului sînt înclinate.

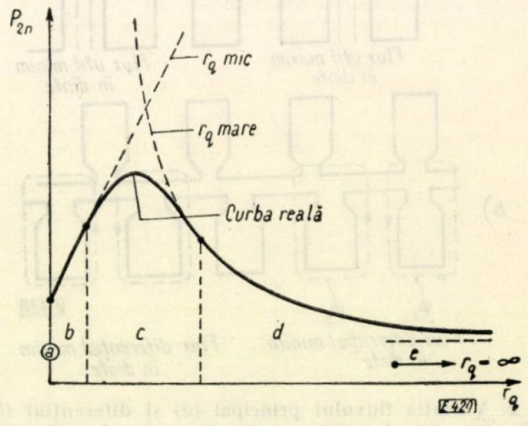


Fig. 3. Variația pierderilor suplimentare în rotor asociate cu armonica de ordin în funcție de rezistența transversală r_q.

Examinînd figura 3, se vede că pe curba respectivă pot fi determinate cinci zone distincte, și anume :

a) r_q este neglijabil ($r_q = 0$); în acest caz dispar pierderile în circuitul transversal. Se dez-

voltă în bare pierderi a căror valoare este aceeași ca și în cazul rotorului fără crestături înclinate;

b) r_q este mic; în această zonă pierderile variază liniar cu r_q, ceea ce înseamnă că o îmbunătățire a izolației determină creșterea pierderilor;

c) zona de legătură între curbele pierderilor la valori foarte mici ale lui r_q (dreaptă) și valori foarte mari ale lui r_q (hiperbolă);

d) r_q este mare; în această zonă curba pierderilor variază invers proporțional cu r_q (hiperbolă);

e) r_q este mare ($r_q = \infty$): în cazul cînd bara este perfect izolată au loc numai pierderi în bară, care sînt mai mici decît în cazul a).

În lucrare se analizează de asemenea influența înclinației crestăturii, a segmentării rotorului și a rezistenței inelelor scurtcircuitoare. Astfel se demonstrează că reducerea pierderilor în cazul cînd r_q se situează în zona b) se obține micșorînd înclinarea crestăturii și majorînd lungimea barelor; invers, în cazul cînd r_q se situează în zona d), reducerea pierderilor suplimentare în sarcină se obține majorînd înclinarea crestăturii și segmentînd rotorul.

Cea mai importantă concluzie pentru proiectanții de mașini asincrone, care rezultă din această lucrare, constă în aceea că nu întotdeauna o îmbunătățire a izolației, aplicarea crestăturilor înclinate sau divizarea rotorului conduc în mod incontestabil la performanțe superioare ale mașinii. Dimpotrivă, două mașini executate identic dovedesc performanțe diferite în exploatare, cauza fiind contactul dintre bare și fier.

În concordanță cu cele de mai sus au fost stabilite valorile critice ale produsului $r_q \cdot l_{fe}$ pentru următoarele tipuri de mașini de gabarite medii: motoare cu bare care au joc normal în crestătură: (25 — 125) mΩ cm; motoare cu bare cu joc foarte mic în crestătură: (5—25) mΩcm; motoare cu colivie turnată și crestăturile închise: (2,5—10) mΩcm; motoare cu colivie turnată și crestăturile deschise (0,5——5) mΩ cm.

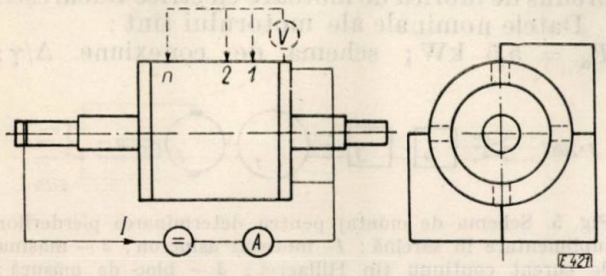


Fig. 4. Determinarea rezistenței transversale r_q.

Pentru cele mai multe motoare asincrone de construcție normală produsul critic $r_q \cdot l_{fe}$ se situează în diapazonul: (2,5 — 12,5) mΩcm.

Rezistența transversală r_q poate fi determinată experimental în curent continuu realizîndu-se schema de montaj din figura 4 și aplicînd formula: $r_q = U_{med}/I_b$, unde U_{med} este tensiunea medie măsurată de-a lungul crestăturii deschise între fier și bară, iar dacă crestătura este închisă, tensiunea măsurată între inelele scurtcircuitoare și fier; I_b — curentul care circulă printr-o bară și care este egal: $I_b = I/Z$ (Z fiind numărul barelor). Determinîndu-se rezistența r_q, se pot constata eventualele defecte tehnologice și pot fi luate măsuri de remediere.

În privința realizării unei rezistențe transversale superioare limitei critice din punctul de vedere al pierderilor suplimentare în sarcină pentru motoarele în scurtcircuit cu bare de cupru, se recomandă: izolarea conductoarelor prin crearea unui strat superficial de oxid în cuptoare la temperatură înaltă; tratarea termică a rotorului, care conduce la crearea unei suprafețe izolante între bare și fier.

Lucrarea [13], bazîndu-se pe rezultatele teoretico-experimentale ale lucrării [8] și pornind de la ipoteza că pierderile suplimentare în sarcină nu pot fi prinse în formule exacte, datorită complexității proceselor care au loc în mașină, cît și datorită dependenței acestor pierderi de foarte mulți factori, luînd în considerație cercetările și formulele anterioare, elaborează noi formule de calcul, în care apar factorii determinanți care influențează valoarea pierderilor și care au fost reproduse în anexă.

Calculînd cu ajutorul mașini electronice IBM-650 pierderile suplimentare în sarcină pentru un număr de 58 de mașini de puteri cuprinse între 25 și 1750 CP cu p variind între 1—7 pentru diferite forme de crestături, cu ajutorul formulelor deduse, aceste valori calculate au fost comparate cu cele determinate experimental. Calculîndu-se eroarea medie a mărimilor calculate față de cele determinate experimental, s-a constatat că această eroare nu poate fi mai mare decît eroarea medie inerentă metodelor de determinare experimentală.

4. Metoda „antrenării rotorului contracîmp" de determinare experimentală a pierderilor suplimentare în sarcină

Principiul metodei

Teoria clasică a mașinii asincrone stabilește următoarea relație între puterea electromagnetică și puterea mecanică dezvoltată la arborele mașinii:

$P_m = (1 - s)\, P_{em}$ pentru s mai mic decît 1, sau $P_{em} = (s-1)\, P_{em}$ pentru s mai mare decît 1 (s — alunecarea).

Această înseamnă că pentru orice valoare a alunecării mai mică decît 1, dacă se scade din $(1 - s)\, P_{em}$ puterea mecanică netă, P_m, dez-

voltată la arbore, se obțin pierderile suplimentare în rotor în sarcină; pentru s mai mare decît 1, dacă se scade din P_m puterea $(s-1)\ P_{em}$, se obțin, de asemenea, pierderile suplimentare în sarcină. În cazul cînd diferența este nulă, înseamnă că în mașină nu se dezvoltă pierderi suplimentare în sarcină față de cele calculate. Deoarece pierderile suplimentare în sarcină depind și de viteza de rotație a mașinii (nu însă și de sensul acesteia), determinarea pierderilor suplimentare în sarcină nominală este necesar a se face pentru la $s = 2$ (s — alunecarea rotorului).

Efectuarea încercării

Pentru efectuarea încercării contracîmp sînt necesare: un motor de curent continuu tarat (de preferință de putere comparabilă sau mai mare decît a motorului asincron); o sursă de curent alternativ reglabilă.

Se antrenează rotorul contra vitezei de rotație a cîmpului învîrtitor la viteza sincronă. Statorul se alimentează cu un sistem de tensiuni simetric, astfel încît în înfășurările acestuia să circule curentul nominal (15—20% U_n.) Se măsoară puterea absorbită de motorul de curent continuu și puterea absorbită de mașina asincronă, care funcționează în regim de frînă. În acest regim de funcționare (frînă), puterea absorbită de mașină din rețea cît și puterea mecanică aplicată la arbore se consumă în pierderi.

Aceste pierderi sînt: pierderi în statorul mașinii (fier, cupru) la frecvența fundamentală, care sînt acopeirte de rețea; pierderi suplimentare în fierul statorului și rotorului datorită pulsației fluxului rezultant, care sînt acoperite de puterea electromagnetică pentru că apar și la funcționarea în gol; pierderi care se dezvoltă în rotor (fier, cupru) la o frecvență egală cu dublul frecvenței fundamentale, care sînt acoperite jumătate de puterea mecanică (P_m) și jumătate de puterea electromagnetică (P_{em}); pierderi care apar în dinții rotorului și statorului și pierderi în cuprul rotorului la frecvențe dentare datorită mișcării rotorului și deci variației cîmpului de scăpări diferențial, care sînt acoperite de puterea mecanică.

Puterea electromagnetică se determină scăzînd din puterea absorbită pierderile în stator, care se măsoară din încercarea cu rotorul scos. Este necesar a măsura rezistența statorului după fiecare determinare, astfel încît la încercarea cu rotorul scos temperatura înfășurării statorului să fie aceeași ca și în cazul „antrenării rotorului contracîmp".

Puterea mecanică se determină scăzînd din puterea absorbită de motorul tarat pierderile de mers în gol ale grupului (care se determină măsurînd puterea absorbită de motorul de curent continuu cînd motorul asincron uu este alimentat).

Scăzînd din puterea mecanică puterea electromagnetică și neglijînd sau corectînd pierderile suplimentare asociate cu variația fluxului rezultat, se determină pierderile suplimentare în sarcină.

Avantajele metodei „antrenării rotorului contracîmp"

a) Metoda nu incumbă mașini sau dispozitive speciale sau scumpe.

b) Eroarea de principiu este mult mai mică decît în cazul determinării pierderilor suplimentare din încercarea indirectă, deoarece în această metodă pierderile suplimentare în sarcină reprezintă aproximativ 20—30% din puterile măsurate, în timp ce în cazul metodei indirecte 2—5%.

c) Metoda este aplicabilă și în cazul motoarelor de putere mare, deoarece motorul de antrenare necesită o putere nominală de 10—20% din puterea nominală a motorului de încercat.

Surse de erori în determinarea pierderilor suplimentare în sarcină

a) Una dintre cele mai importante surse de erori constă în determinarea pierderilor în stator, deoarece aceste pierderi reprezintă un procent ridicat din puterea absorbită de motor din rețea.

b) Altă sursă constă în erorile de măsură ale wattmetrelor, avînd în vedere factorul de putere mic al mașinii.

c) În sfîrșit, în anumite cazuri neglijarea pierderilor suplimentare, care apar datorită variației fluxului util în mașină, poate influența sensibil rezultatele. De aceea se poate introduce corecția corespunzătoare considerînd că fluxul util în timpul încercării reprezintă 20% din fluxul nominal și că aceste pierderi variază cu pătratul fluxului nominal.

5. Rezultate experimentale

În cadrul laboratorului de mașini electrice al I.P.B. a fost încercat motorul A. ted-493, produs de fabrica de motoare electrice București.

Datele nominale ale motorului sînt:
$P_n = 5{,}5$ kW; schema de conexiune Δ/γ;

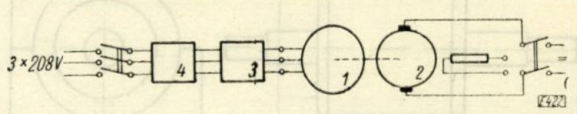


Fig. 5. Schema de montaj pentru determinarea pierderilor suplimentare în sarcină: *1*—motorul asincron; *2* — mașina de curent continuu tip Hillaeret; *3* — bloc de măsură; *4* — regulator de tensiune (de inducție).

$U_1 = 220/380$ V; $I_1 = 20{,}4/11{,}8$ A; $\eta = 85\%$; $\cos\varphi = 0{,}83$.

Schema de montaj este arătată în figura 5.

Motorul-frînă (generator) este de tipul dinamometru Hillaeret, avînd următoarele date nominale: $U = 1 - 250$ V; $I = 50$ A; $n = 500 - 1500$ rot/min.

Merită subliniat faptul că, la sarcina nominală a motorului asincron, curentul în motorul

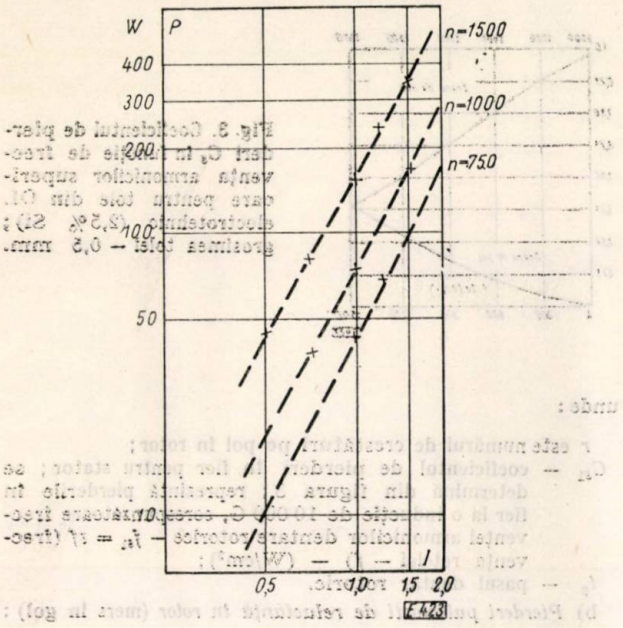


Fig. 6. Variația pierderilor suplimentare în sarcină în funcție de curentul de sarcină la n = const: $\log W_L = f(\log I)$; n = const.

de antrenare a reprezentat 40% din curentul nominal al acestuia, astfel încît pierderile suplimentare în sarcină în această mașină au fost neglijabile.

Viteza a fost controlată cu ajutorul stroboscopului.

Rezultatele experimentale sînt expuse în figurile 6 și 7.

Valoarea pierderilor suplimentare în sarcină nominală este de 160 W, ceea ce reprezintă aproximativ 2,5% din puterea absorbită.

Corecția de temperatură pentru înfășurarea statorului s-a introdus luînd în considerare valorile acesteia măsurate după fiecare determinare.

Valoarea randamentului, determinat din încercarea în sarcină nominală, este de 82,3%.

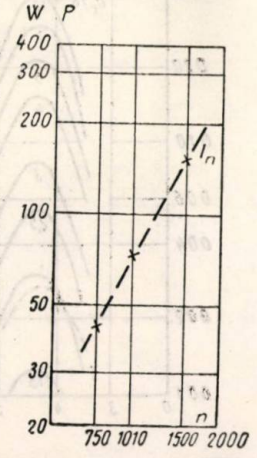


Fig. 7. Variația pierderilor suplimentare în sarcină în funcție de viteza de rotație la I = const.; $\log W_L = f(\log n)$; I = const.

Valoarea rezistenței transversale, determinată conform schemei din figura 4, $r_q = 48$ m Ω cm.

După cum se vede, din punctul de vedere al rezistenței transversale, mașina se situează în vecinătatea zonei critice sau chiar în această zonă.

6. Recomandări tehnice

Avînd în vedere influența considerabilă a pierderilor suplimentare în sarcină asupra performanțelor tehnice ale mașinii asincrone, influență consemnată într-un mare număr de monografii tehnice cît și prin rezultatele experimentale efectuate în lucrarea de față, propunem:

1) Să se introducă în STAS încercarea „antrenării rotorului contracîmp" ca o încercare obligatorie pentru determinarea randamentului prin metoda pierderilor separate la toate motoarele asincrone ce se fabrică în țară.

2) Să se introducă în toate fabricile constructoare de mașini asincrone, ca o încercare de control al calității coliviei turnate sau al execuției coliviei din bare, încercarea pentru determinarea rezistenței transversale.

3) În legătură cu calculul pierderilor suplimentare în sarcină, este indicat a se folosi formulele elaborate în lucrarea [13], a se verifica aceste formule pe un mare număr de mașini și a se introduce corective specifice fiecărei fabrici, care să ia în considerare particularitățile procesului tehnologic, ale materialelor de construcție etc.

Existența pierderilor suplimentare în sarcină reduce randamentul mașinilor asincrone în medie cu 2—5%. Rezultă deci că, în același timp cu obținerea unor performanțe de funcționare ale mașinilor inferioare celor proiectate, la nivelul economiei naționale, aceste pierderi aduc prejudicii însemnate.

Aceste considerente sînt suficiente pentru ca problemei respective să i se acorde atenția corespunzătoare.*

ANEXĂ

Formulele de calcul propuse pentru pierderile suplimentare în sarcină în mașinile de inducție cu rotorul în scurtcircuit [13]

a) *Pierderi superficiale de reluctanță* (flux util, mers în gol): pierderi superficiale în rotor datorită variației fluxului util, din cauza crestăturilor statorului:

$$W_{s02} = 0{,}83\ D_1 L\ (B_0/10\,000)^2\ k_{p1} C_{s2} t_1\ \text{(W)}, \qquad (1)$$

* Autorul exprimă mulțumiri tov. ing. *Victor Bunea* de la fabrica „Klement Gottwald" pentru indicațiile acordate în modul de a trata această problemă, cît și tov. asistent *Bahrin Ion* și ing. *Popescu Kiril* de la catedra de mașini electrice pentru sprijinul acordat în efectuarea părții experimentale.

unde:

D_1 este diametrul întrefieurlui (cm);
L — lungimea rotorului (cm);
B_0 — inducția în întrefier (Gauss);
$k_{pf} = [\beta/(2-\beta)]^2$ — coeficient de pierderi superficiale; se determină din figura 1 (adimensional);

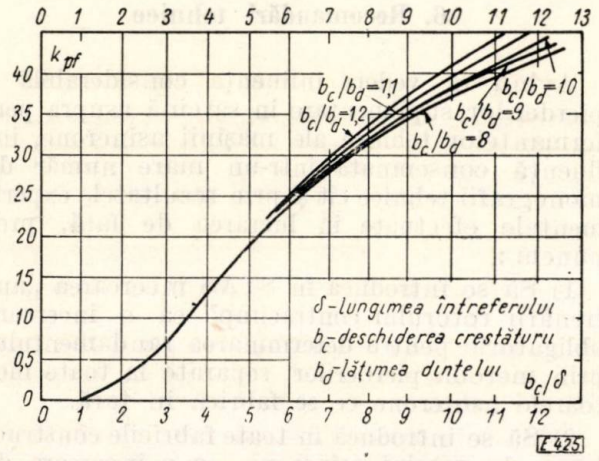


Fig. 1. $k_{pf} = f(b_c/\delta)$.

β — pulsația fluxului util datorită crestăturii sau deschiderii acesteia; se determină din figura 2 (adimensional);

C_{s2} — coeficient de pierderi în fier: se determină din figura 3; reprezintă pierderile în fierul rotorului la o inducție de 10 000 G, corespunzătoare frecvenței armonicilor dentare statorice

$$f_{s2} = sf. \quad (W/cm^3);$$

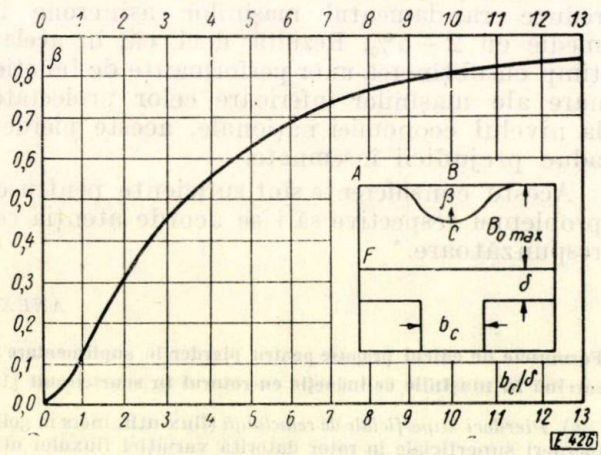


Fig. 2. $\beta = f(b_c/\delta)$.

$t_1 = r D_1/2sp$ — pasul dentar statoric;
s — numărul de crestături pe pol în stator;
p — numărul perechilor de poli.

a') *Pierderi superficiale în rotor în sarcină* datorită variației fluxului diferențial de scăpări (armonici dentare):

$$W_{si2} = 0{,}83\ D_1 L\ (I/sI_0)^2\ (B_0/10\,000)^2\ C_{s2} t_1 \text{ (W)}, \quad (2)$$

unde:

I este curentul pe fază în stator (în sarcină) (A);
I_0 — curentul pe fază (val. efectivă) statoric la mersul în gol (A);

a'') În mod analog pot fi determinate *pierderile superficiale în stator în sarcină*:

$$W_{si1} = 0{,}83\ D_1 L\ (I/rI_0)^2\ (B_0/10\,000)^2 C_{s1} t_2 \text{ (W)}, \quad (3)$$

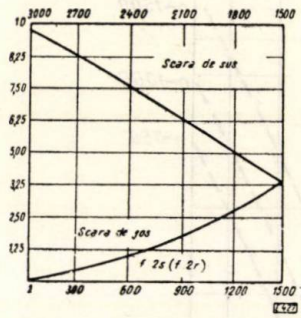


Fig. 3. Coeficientul de pierderi C_s în funcție de frecvența armonicilor superioare pentru tole din OL electrotehnic (2,5% Si); grosimea tolei — 0,5 mm.

unde:

r este numărul de crestături pe pol în rotor;
C_{s1} — coeficientul de pierderi în fier pentru stator; se determină din figura 3; reprezintă pierderile în fier la o inducție de 10 000 G, corespunzătoare frecvenței armonicilor dentare rotorice — $f_{s1} = rf$ (frecvența rețelei — f) — (W/cm³);
t_2 — pasul dentar rotoric.

b) *Pierderi pulsatorii de reluctanță în rotor* (mers în gol):

$$W_{z0} = C_{z0} I_0^2 k_s R'_{2b} m \text{ (W)}, \quad (4)$$

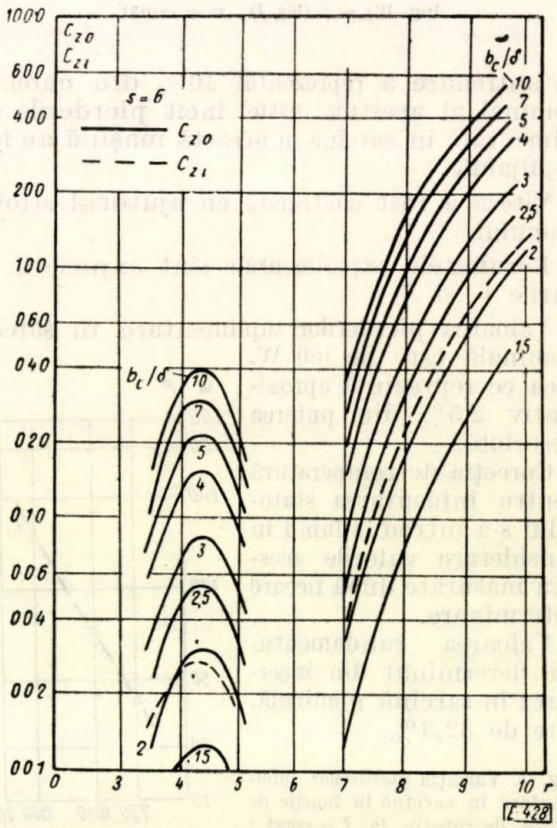


Fig. 4. C_{z0}, $C_{zi} = f(r)$, pentru $s = 6$.

unde :

C_{z0} este coeficient, care se determină din figurile 4, 5, 6 și 7 ;

k_s — factor de majorare a rezistenței rotorului datorită efectului de refulare la frecvența armonicilor dentare statorice ; la viteza sincronă de rotație : $k_s = 2sf$ (s — numărul de crestături pe pol la stator — adimensional) ;

R'_{2b} — rezistența unei bare raportată la stator.

b') *Pierderi pulsatorii în sarcină în rotor* :

$$W_{zi} = C_{zi}\, m\, I'^2_r k_s R'_{2b}\ (\mathrm{W}), \qquad (5)$$

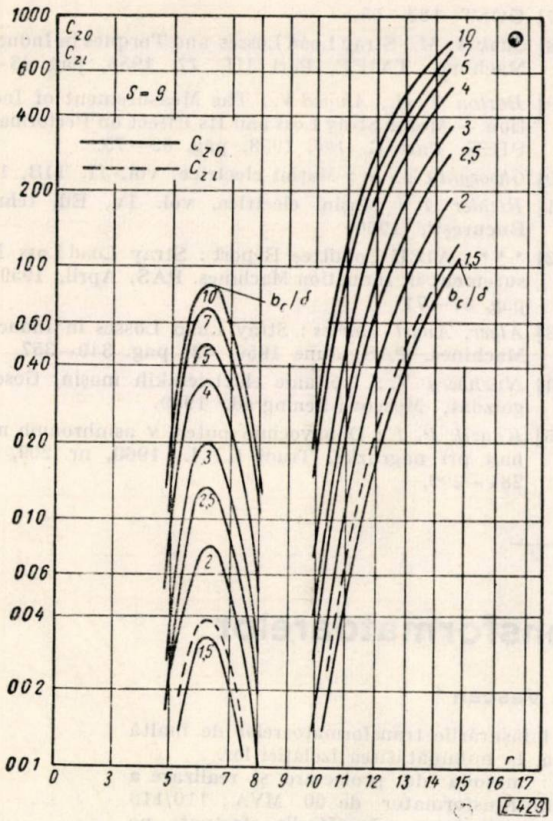


Fig. 5. C_{z_0}, $C_{zi} = f(r)$, pentru $s = 9$.

unde :

C_{zi} este coeficient, care se determină din figurile 4, 5, 6 și 7 ;

I'_r — curentul rotoric redus la stator ;

m — numărul fazelor statorului.

c) *Pierderi în rotor datorită armonicilor de zonă* :

$$W_B = mI^2 k_m R'_{2b}\,(K^2_{2m-1} + K^2_{2m+1})/K^2_1\ (\mathrm{W}), \qquad (6)$$

unde :

k_m este coeficientul de refulare $= 2\ mf$;

K_{2m+1} — coeficientul de înfășurare al bobinajului statoric, pentru armonicile spațiale de ordin $2m \pm 1$;

K_1 — coeficientul de înfășurare al bobinajului statoric, pentru armonica fundamentală.

d) *Pierderi datorită fluxului de scăpări de înclinație* :

$$W_k = (r^2/12)\,(0I'/sl)^2\,(W_{feso} + W_{so2})\ (\mathrm{W}), \qquad (7)$$

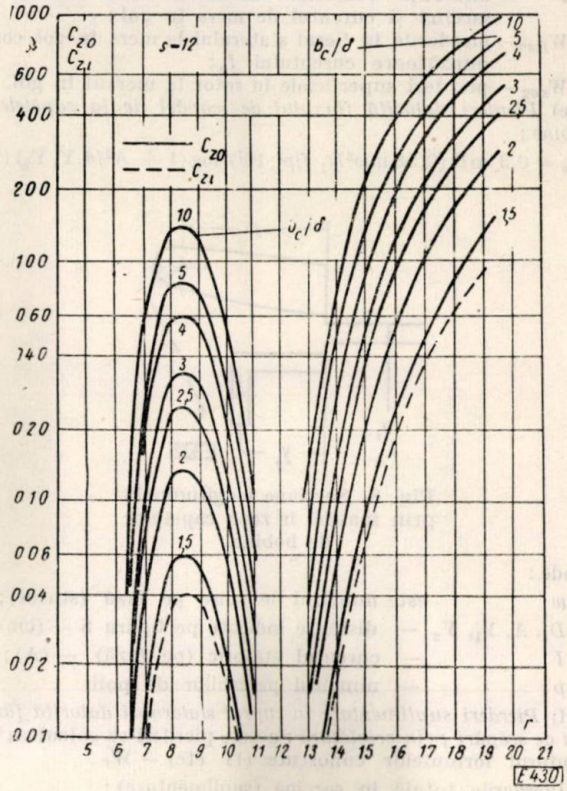


Fig. 6. C_{z_0}, $C_{zi} = f(r)$, pentru $s = 12$.

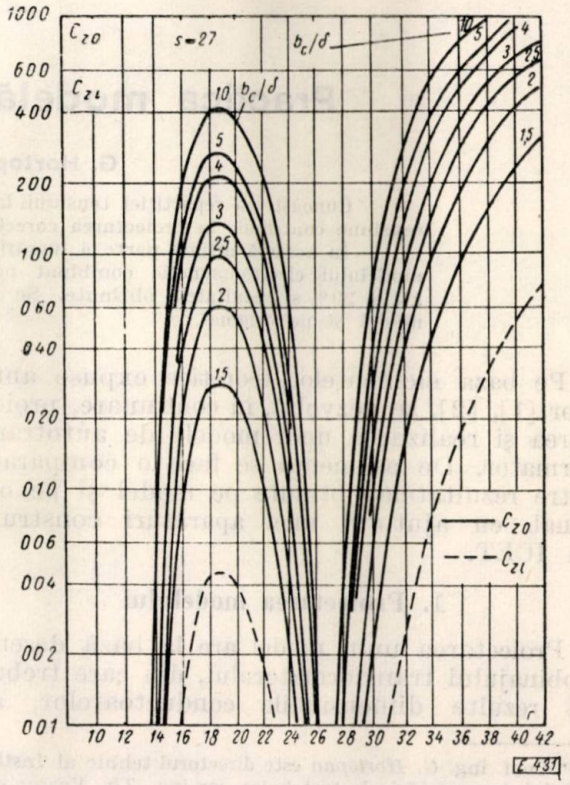


Fig. 7. C_{z_0}, $C_{zi} = f\ (r)$, pentru $s = 27$.

unde:

σ este raportul dintre înclinaţia crestăturii rotorului şi un pas dentar statoric; de obicei: $\sigma = 1$;

I' — diferenţa vectorială dintre curentul statoric de sarcină şi curentul de mers în gol;

W_{feso} — pierderile în fierul statorului la mers în gol, corespunzătoare curentului I_0;

W_{so_2} — pierderi superficiale în rotor la mersul în gol.

e) *Pierderi datorită fluxului de scăpări de la capetele de bobine*:

$$W_e = 0{,}3\ mI^2 (0{,}58\, mw^2 D_1\ f/p^2\ 10^7) \log(1 + A^2/4\ Y_1 Y_2)\ (W), \quad (8)$$

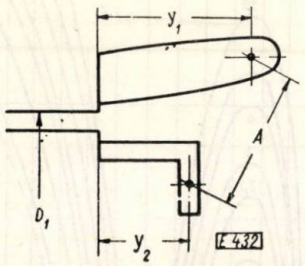


Fig. 8. Secţiune longitudinală prin maşină în zona capetelor de bobine.

unde:

w este numărul de spire pe fază (stator);

D_1, A, Y_1, Y_2 — distanţe indicate pe figura 8 — (cm);

I — curentul statoric (pe fază) — (A);

p — numărul perechilor de poli.

f) *Pierderi suplimentare în cuprul statorului datorită fluxului de scăpări prin crestătură*: aceste pierderi se calculează cu ajutorul formulelor cunoscute (11 etc) — W_c.

Pierderile totale în sarcină (suplimentare):

$$W_L + W_{si1} + W_{si2} + W_{zi} + W_b + W_k + W_c + W_e \quad (9)$$

Bibliografie

[1] *Koch J. B.*: Measurement of Stray Load Loss in Polyphase Inductions Motors. TAIEE, *51*, 1932, pag. 265—267.

[2] *Morgan T. H., Brown W. E., Schumer A. J.*: Revers-Rotation Test for Determination of Stray Load Loss in Ind. Machines. TAIEE, *58*, 1939, pag. 319—324.

[3] *Kostenko M. P.*: Parazitnie vrasciaiuşcie momentî v trehfaznih korotkozamnknutih asinhronnîh dvigatelei. Sbornik „Elektrosila", 1947, 4, pag. 18—30.

[4] *Kostenko M. P.*: Electriceskie Maşinî (spet. ceast). M-L. 1949.

[5] STAS 1893-50.

[6] * * *: Test Code for Polyphase Induction Motors and Generators, ASA, 1954.

[7] GOST 183—55.

[8] *Odok A. M.*: Stray Load Losses and Torques in Induction Machines. TAIEE, Part III, *77*, 1958, pag. 43—53.

[9] *Barton T. H., Ahmad V.*: The Measurement of Induction — Motor Stray Loss and Its Effect on Performance, PIEE, Part C, *105*, 1958, pag. 69—75.

[10] *Gheorghiu I. S.*: Maşini electrice, vol. II, TIB, 1958.

[11] *Richter P.*: Maşini electrice, vol. IV, Ed. tehnică. Bucureşti, 1960.

[12] * * *: AIEE Comittee Report: Stray Load Loss Measurement in Induction Machines. PAS, April, 1959, 41, pag. 67—71.

[13] *Alger, Angst, Davies*: Stray Load Losses in Induction Machines. PAS, June 1959, 42, pag. 349—357.

[14] *Nurnberg V.*: Ispîtanie elektriceskih maşin, Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad, 1959.

[15] *Kaazik P. I.*: Dobavocinie poteri v asinhronnih maşinah pri nagruzke, Trudi L.P.I., 1960, nr. 209, pag. 281—299.

Practica modelării transformatoarelor

G. Hortopan şi Th. Vascan *

Cunoaşterea repartiţiei tensiunii la impuls în înfăşurările transformatoarelor de înaltă tensiune contribuie la proiectarea corectă a acestora, la îmbunătăţirea izolaţiei lor.

În această ultimă parte a lucrării se expun: metoda de proiectare şi realizare a modelului electromagnetic combinat pentru un autotransformator de 60 MVA; 110/110 kV ± 20% şi rezultatele obţinute. Se face o comparaţie între măsurătorile efectuate pe model şi pe original.

CZ 621.314.223.001.57

Pe baza elementelor teoretice expuse anterior [1], [2], se dezvoltă, în continuare, proiectarea şi realizarea unor modele de autotransformator. De asemenea se face o comparaţie între rezultatele obţinute pe model şi pe original, cu ajutorul unei aparaturi construite în ICET.

1. Proiectarea modelului

Proiectarea unui model are la bază desenul bobinajului transformatorului, din care trebuie să rezulte dimensiunile conductoarelor, ale tuturor elementelor sistemului izolant, precum şi schema electrică.

Principalele faze ale proiectării sînt:

— determinarea scării modelului (alegerea factorilor de similitudine);

— întocmirea schemei echivalente a reţelei de capacităţi;

— calculul capacităţilor;

— proiectarea înfăşurării modelului;

— întocmirea schemei de montare efectivă a capacităţilor (se urmăreşte obţinerea unor conexiuni de lungime minimă între înfăşurare şi panourile de capacităţi).

La I.C.E.T. s-au executat pînă în prezent trei modele ale aceluiaşi autotransformator, dintre care două la scări diferite, cu $p_c = 5$ şi

* Conf. ing. *G. Hortopan* este directorul tehnic al Institutului de cercetări electrotehnice, iar ing. *Th. Vascan* este cercetător la acelaşi institut.

$p_c = 20$ — de unde a rezultat necesitatea îmbunătățirii construcției autotransformatorului — și al treilea model, al cărui original a fost realizat și care este descris în lucrarea de față.

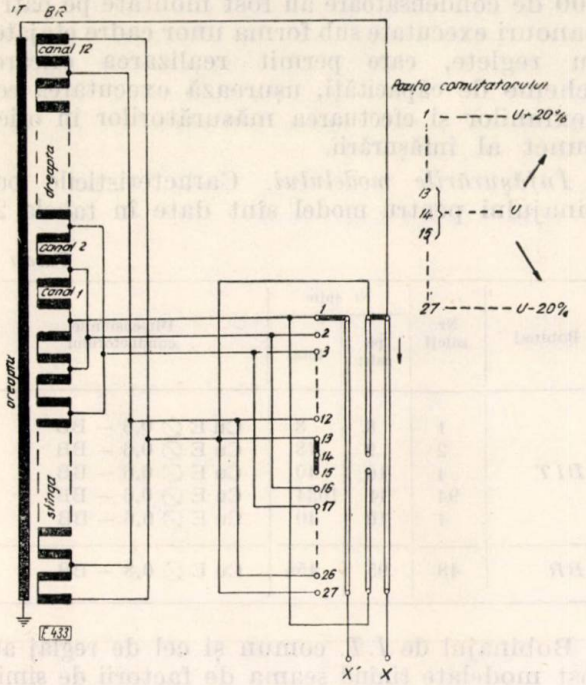


Fig. 1. Schema de principiu a autotransformatorului.

Obiectul modelării a fost autotransformatorul 60 MVA, 110/110 kV ± 20%, destinat interconectării a două rețele de 110 kV și proiectat la uzina „Electroputere" — Craiova [3]. Schema de principiu a autotransformatorului este dată în figura 1. Bobinajul de reglaj *BR* este împărțit în două semibobine a 24 de galeți, legate în paralel și având 13 prize de reglaj fiecare. Prin conectarea bobinajului de reglaj în același sens cu bobinajul de înaltă tensiune comun *BIT* — comutatorul pe poziția *1...13* — se obține efectul survoltor, iar prin conectarea în sens contrar — poziția *13...27* — efectul devoltor.

Modelarea s-a făcut pentru o singură fază și fără reproducerea miezului de fier, deoarece conform indicațiilor din literatură [4], aceasta nu îmbunătățește cu mult precizia modelului.

Factorii de similitudine. Din cei cinci factori de similitudine p_z, p_1, p_t, p_c, p_r utilizați se aleg trei, iar ceilalți rezultă conform tabelei 1 din lucrarea [2]. Practica a arătat că factorul de similitudine pentru numărul de spire $p_z = 1$ este avantajos față de unul subunitar, mai ales la modele complicate, care reproduc bobinaje cu un număr mare de galeți (153 în cazul de față) și cu puține spire pe galet. Dacă $p_z < 1$, inductanța conexiunilor între înfășurare și panourile de capacități introduce erori. Alegerea unui $p_z > 1$ este neeconomică și conduce la un factor de similitudine pentru capacități nefavorabil.

Scara timpului s-a ales $p_t = 1$. Pentru $p_t < 1$, generatorul de impulsuri repetate trebuie să furnizeze o undă cu frontul mai mic decît 1 μs, ceea ce creează dificultăți; $p_t > 1$ conduce la o diferență mare între amortizarea din model δ_m și cea din original δ_0 [2, 4]. Din considerente economice și constructive scara lungimilor s-a ales $p_l = \frac{1}{5}$.

Tabela 1

Mărimea	Simbol	Factor de similitudine
Număr de spire Timp Lungime	Z t l	$p_z = 1$ $p_t = 1$ $p_l = 15$
Capacitate	C	$p_c = \frac{p_l^2}{p_1 p_z^2} = \frac{1^2}{\frac{1}{5} 1^2} = 5$
Rezistență	R_c	$p_{rc} = p_z^2 p_1 = \frac{1}{5}$
Impedanță	Z	$p_{im} = \frac{p_z^2 p_1}{p_t} = \frac{1^2 \frac{1}{5}}{1} = \frac{1}{5}$

Factorul de similitudine rezultat pentru capacități $p_c = 5$ este avantajos, întrucît ușurează mult măsurătorile; altfel, capacitatea sistemului de măsură ar trebui să fie foarte mică, pentru a nu șunta porțiunea de înfășurare măsurată.

După cum se vede din tabela 1 $p_{rc} = \frac{1}{5}$. Similitudinea în privința impedanței nu se poate respecta, pentru că ar fi necesar să se întrebuințeze un material cu rezistivitatea de

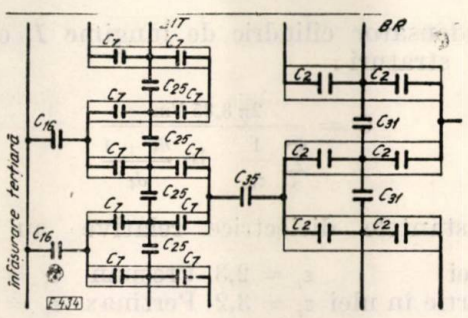


Fig. 2. Capacități echivalente la modelare.

cîteva ori mai mică decît a cuprului. Nerespectarea similitudinii în privința impedanței va conduce la o amortizare mai puternică în model. Aceasta nu are însă o importanță deosebită, pentru că solicitarea maximă este dată

aproape întotdeauna de prima oscilație, cînd amortizarea încă nu a intervenit [4].

Schema echivalentă a capacităților, evaluarea capacităților. Elaborarea schemei echivalente a capacităților are o mare însemnătate în obți-

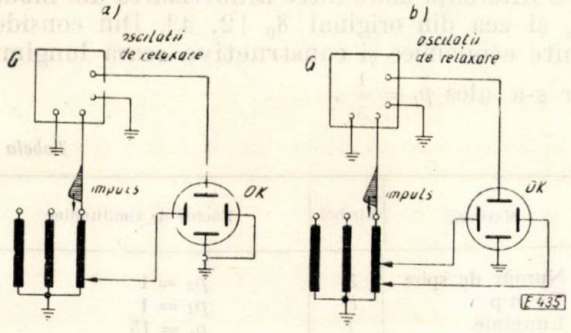


Fig. 3. Aparatură de măsură.

nerea unui model corect. În figura 2 este reprezentată o porțiune din schemă, din care rezultă modul în care au fost apreciate capacitățile longitudinale — care contribuie cel mai mult la alura repartiției tensiunii — și capacitățile transversale. Se observă că s-a ținut seama de posibilitatea de a calcula fiecare capacitate prevăzută în schemă și de a o putea conecta la înfășurarea modelului.

Precizia cerută modelării este cea care dictează complexitatea rețelei de capacități. De exemplu, pentru studiul comportării globale a autotransformatorului ar fi fost suficientă o rețea mai puțin detaliată.

Calculul capacităților s-a făcut cu ajutorul relațiilor [5]:

Condensator plan cu mai multe straturi izolante, cu constante dielectrice diferite ε_{ri}, de grosimi d_i:

$$C = \frac{8{,}85\ A/m^2}{\sum_i \frac{d_i/m}{\varepsilon_{ri}}} \cdot (\mathrm{pF})$$

Condensator cilindric de lungime l, cu mai multe straturi:

$$C = \frac{2\pi\, 8{,}85\, l/\mathrm{m}}{\sum_i \frac{1}{\varepsilon_{ri}} \ln \frac{d_i + 1}{d_i}}.$$

Constantele dielectrice relative au fost:

Ulei	$\varepsilon_r = 2{,}3$	Preșpan	$\varepsilon_r = 4{,}5$
Hîrtie în ulei	$\varepsilon_r = 3{,}2$	Pertinax	$\varepsilon_r = 5$

La calculul capacităților între galeți s-a ținut seama că dielectricul nu este omogen (distanțoare radiale de preșpan și canale de ulei), așa cum se arată în exemplul de calcul din anexă. Au fost determinate 36 de tipuri distinctive de capacități, valoarea lor pentru model fiind cuprinsă între 35 și 1475 pF. Condensatoarele au fost măsurate individual și grupate în paralel sau serie, pentru ca să se obțină cît mai exact valoarea rezultată din calcul.

Din punct de vedere constructiv, cele circa 900 de condensatoare au fost montate pe patru panouri executate sub forma unor cadre etajate, cu reglete, care permit realizarea oricărei scheme de capacități, ușurează executarea conexiunilor și efectuarea măsurătorilor în orice punct al înfășurării.

Înfășurările modelului. Caracteristicile bobinajului pentru model sînt date în tabela 2.

Tabela 2

Bobinaj	Nr. galeți	Nr. spire pe galet	Nr. spire total	Dimensiunile conductorului
BIT	1	8	8	Cu E ∅ 0,6 — BB
	2	9	18	Cu E ∅ 0,6 — BB
	4	10	40	Cu E ∅ 0,6 — BB
	94	11	1034	Cu E ∅ 0,6 — BB
	4	10	40	Cu E ∅ 0,6 — BB
BR	48	95	456	Cu E ∅ 0,8 — BB

Bobinajul de *I.T.* comun și cel de reglaj au fost modelate ținînd seama de factorii de similitudine p_z și p_1. Înfășurarea terțiară a autotransformatorului a fost asimilată cu un ecran. Cele patru ecrane prevăzute pe original, la capătul de *I.* Tensiune a bobinajului de *I.T.* comun și la extremitățile și mijlocul bobinajului de reglaj, au fost reproduse la similitudine și pe model.

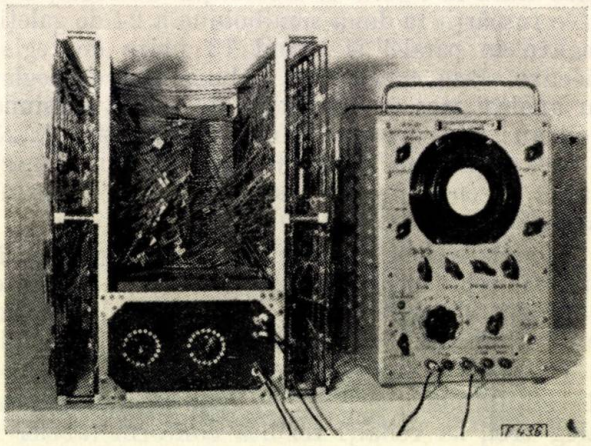


Fig. 4. Modelul electromagnetic al autotransformatorului de 60 MVA; 110/110 kV ± 20% și generatorul de impulsuri repetate.

2. Aparatura de măsură

Încercările asupra modelului și originalului au fost făcute cu unda 1,5/50 μs, produsă de un generator de impulsuri repetate, construcție

ICET. Generatorul înglobează în acelaşi aparat şi osciloscraful catodic cu dispozitiv de marcaj al timpului şi reglarea vitezei de baleiaj.

De asemenea, generatorul are posibilitatea de tăiere reglabilă a undei de impuls [6].

Măsurătorile s-au făcut după schema din figura 3, în două variante: a) tensiuni între diferite puncte ale înfăşurării şi pământ; b) tensiuni între galeţi. Realizarea fizică a acestei scheme se vede în figura 4, care reprezintă generatorul de impulsuri repetate împreună cu modelul autotransformatorului.

3. Rezultatele obţinute

Verificarea modelării corecte a autotransformatorului a fost făcută prin compararea repartiţiilor de tensiune pe model şi pe original. Măsurătorile pe original au fost efectuate cu transformatorul incuvat şi plin cu ulei. Repartiţia a fost măsurată la borna cu tensiune reglată a autotransformatorului. Această bornă a fost, în afară de borna de intrare, singurul punct accesibil al autotransformatorului. În afara acestor măsurători comparative, au fost realizate numeroase alte măsurători numai pe model, printre care au fost ridicate răspunsuri şi la aplicarea undei tăiate.

În figura 5 se arată *solicitarea bobinajului de reglaj, în sarcină*, la aplicarea undei pline, comparativ la model şi original. Impedanţa de sarcină a originalului este $Z = 500\ \Omega$, ceea ce corespunde racordării la o linie aeriană; aceeaşi impedanţă la model a rezultat de 100 Ω. Unda incidentă pe oscilograme este trasată întrerupt, ca urmare a marcajului de timp care este de 5 μs. Se constată o concordanţă între rezultatele obţinute pe model şi pe original, abaterile fiind de 13%. În figura 5 intrarea undei se face pe partea nereglată a autotransformatorului.

În figura 6 se arată *solicitarea dielectricului între galeţii bobinajului de reglaj*. Solicitarea cea mai mare apare pe canalul *12* şi este 0,34 din tensiunea de încercare. Pentru tensiunea de încercare de 450 kV, corespunzător tensiunii nominale de 110 kV [7], rezultă o solicitare a canalului de 150 kV. La această solicitare trebuie să reziste, în construcţia originalului, 3,5 mm hîrtie plus 18 mm canal de ulei. Conform datelor din literatură [8], izolaţia este suficientă. Pe aceeaşi diagramă s-a trasat repartiţia de tensiune pe canalele bobinajului original. Se observă o concordanţă bună între măsurătorile pe model şi original.

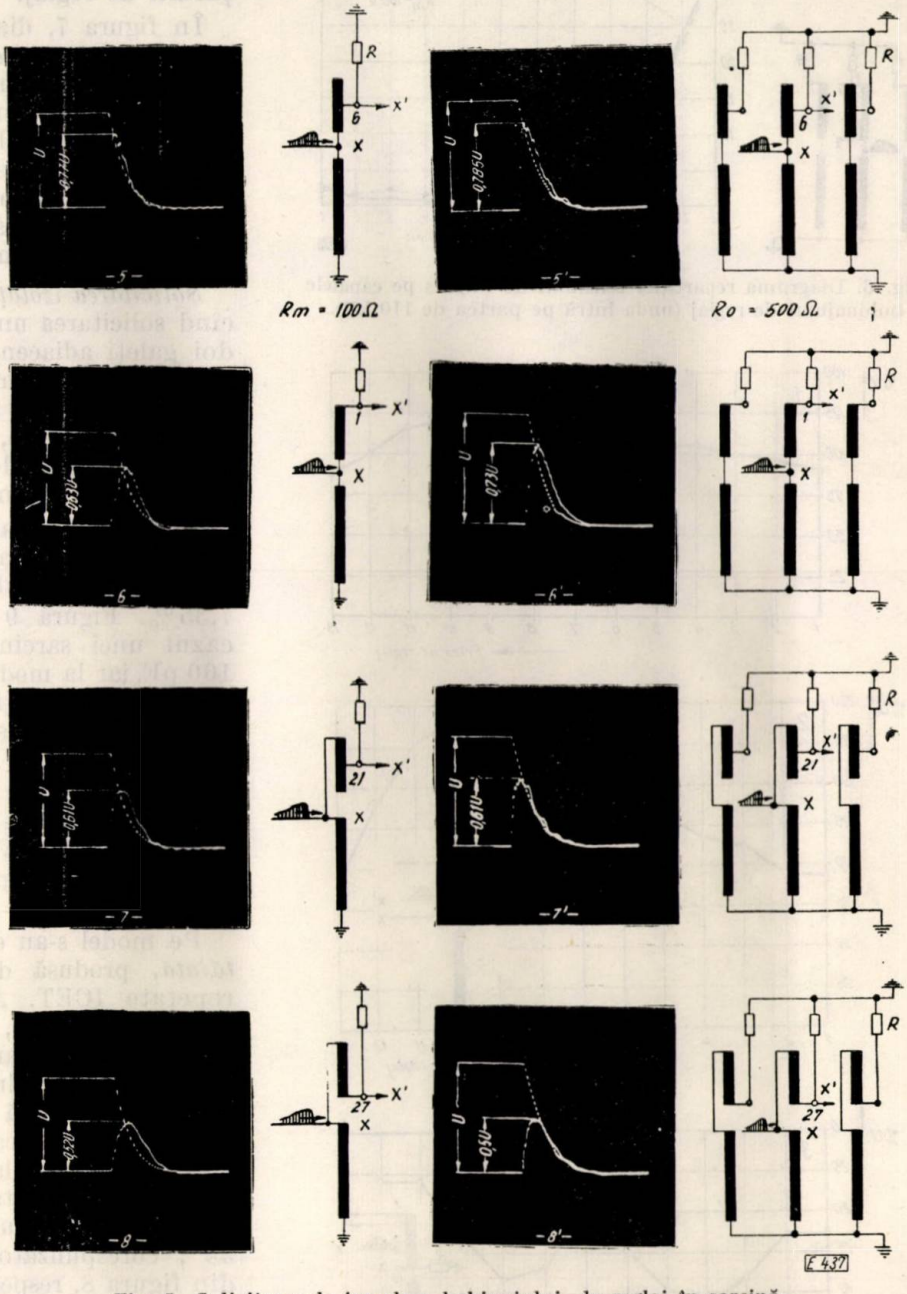


Fig. 5. Solicitarea la impuls a bobinajului de reglaj în sarcină.

În figura 7, diagrama 1, se arată variaţia tensiunii la capetele înfăşurării de reglaj, în funcţie de poziţia comutatorului.

Tensiunea cea mai mare apare la poziția comutatorului pe priza de reglaj *9* și este de 1,24 din tensiunea aplicată, adică 560 kV.

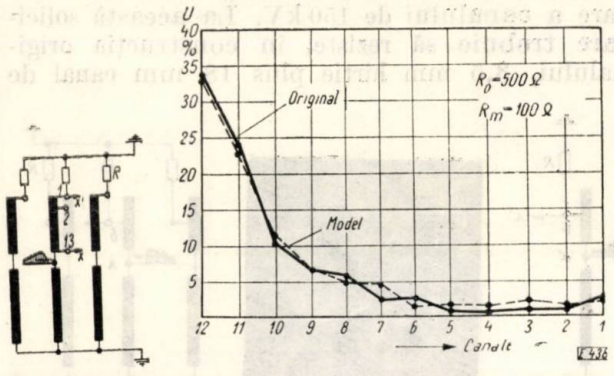


Fig. 6. Diagrama repartiției tensiunii de impuls pe canalele bobinajului de reglaj (unda intră pe partea de 110 kV).

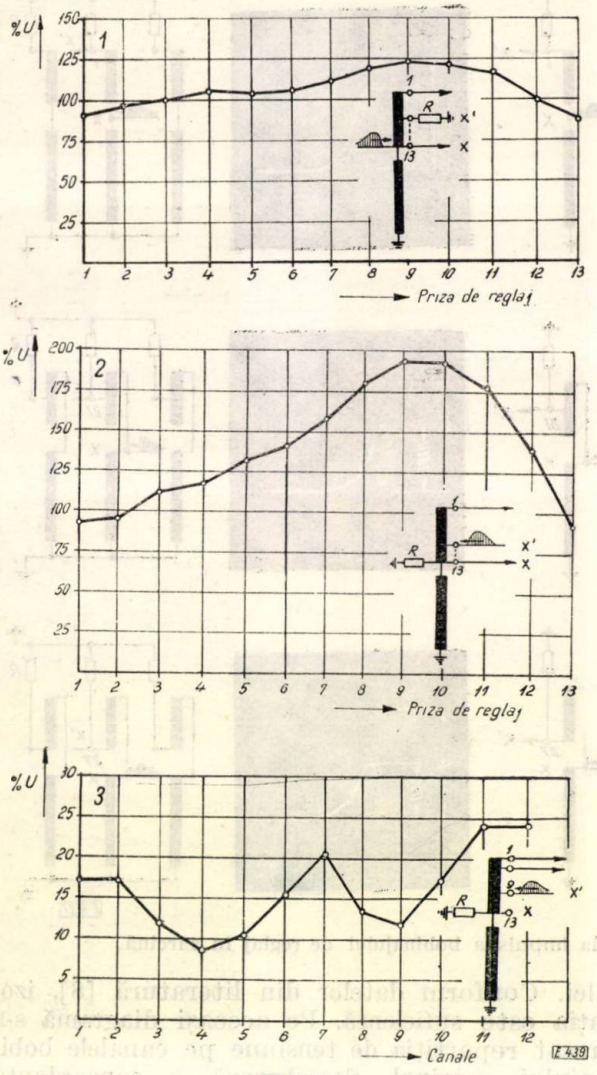


Fig. 7.

Diagrama 1: Tensiunea la bornele înfășurării de reglaj, funcție de poziția comutatorului (unda intră pe partea de 110 kV).

Diagrama 2: Tensiunea la bornele înfășurării de reglaj, funcție de poziția comutatorului (unda intră pe partea reglată).

Diagrama 3: Gradienții de potențial pe canalele înfășurării de reglaj (comutatorul pe poz. 9).

În figura 7, diagrama 2, *unda de impuls pătrunde pe partea reglată a autotransformatorului.* Tensiunea cea mai mare la capetele bobinajului de reglaj este 1,94 din tensiunea de intrare, ceea ce corespunde unei solicitări de 870 kV. Apariția acestei supratensiuni se explică prin reflexia undei la extremitatea liberă a înfășurării de reglaj.

În figura 7, diagrama 3, se arată *radienții de potențial pe canalele înfășurării de reglaj*, în poziția *9* a comutatorului, adică în poziția care a dat solicitarea cea mai mare între extremitățile bobinajului de reglaj. Pe canalul *12* apare o solicitare de 0,24 din tensiunea de încercare, adică mai mică decît 0,34 din tensiunea de încercare, care apare la intrarea undei pe partea nereglată, ca în figura 6.

Solicitarea izolației între spire se obține cunoscînd solicitarea unui canal de ulei, adică între doi galeți adiacenți. Astfel, s-a arătat că tensiunea cea mai mare între doi galeți este de 150 kV. Dacă se admite o repartiție uniformă pe cele 19 spire, rezultă că tensiunea între două spire este de 8 kV. Izolația formată, la original, din 1,7 mm hîrtie în ulei, rezistă [8].

În figura 8 se arată *solicitarea comutatorului, în sarcină*, pe model și original. Diferențele de amplitudine ale tensiunii sînt de cel mult 7,35%. Figura 9 indică aceeași solicitare în cazul unei sarcini capacitive, la original de 100 pF, iar la model de 5000 pF, ceea ce corespunde unei stații cu mai multe plecări. În ambele cazuri apare la bornele comutatorului, practic, întreaga tensiune de impuls, adică 450 kV.

În figura 10 se arată că solicitarea cea mai mare, de 870 kV, care există între bornele comutatorului apare la intrarea undei pe priza *9*.

Pe model s-au executat și *încercări cu unda tăiată*, produsă de generatorul de impulsuri repetate ICET. Astfel, în figura 11, oscilogramele *5''* și *7''*, corespunzătoare cu *5*, *7* din figura 5, la aplicarea undei pline, se arată solicitarea bobinajului de reglaj în sarcină, cu unda tăiată după 5 μs, respectiv 3 μs. Solicitările în ambele cazuri sînt mai mici decît cele corespunzătoare la încercarea cu undă plină. Solicitarea comutatorului în sarcină rezistivă și capacitivă rezultă din oscilogramele *21''* și *33''*, corespunzătoare oscilogramelor *21* și *33* din figura 8, respectiv figura 9, ridicate la aplicarea undei pline. În cazul sarcinii capacitive, solicitarea cu undă tăiată este de 1,15 din tensiunea de încercare, adică 610 kV, în ipoteza aplicării undei tăiate cu amplitudine 1,18 din unda plină [7].

La intrarea undei de impuls pe partea reglată solicitările rezultate sînt arătate în oscilogramele *14* și *14''*, la tăierea undei după 3μs, respectiv 10 μs.

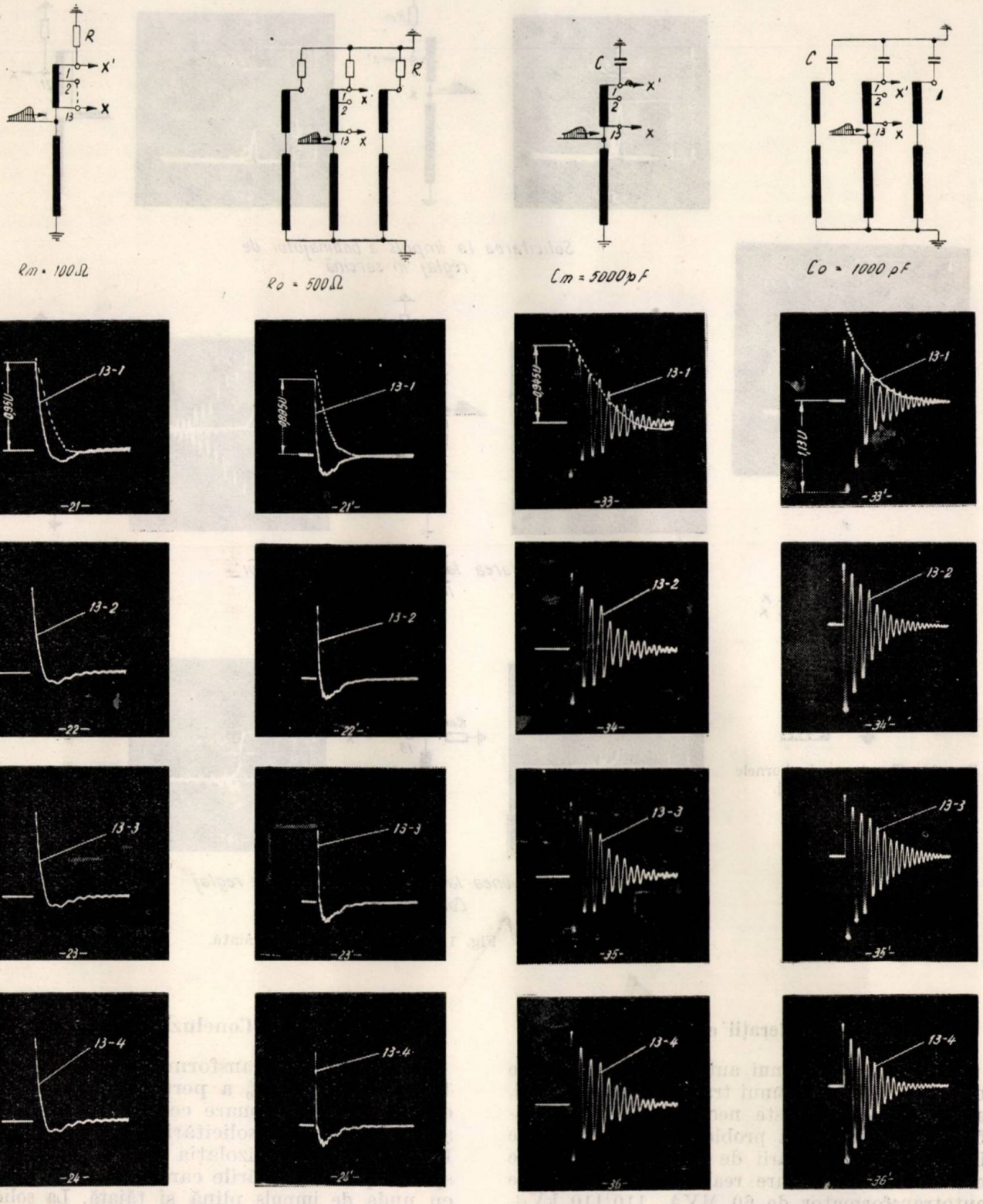
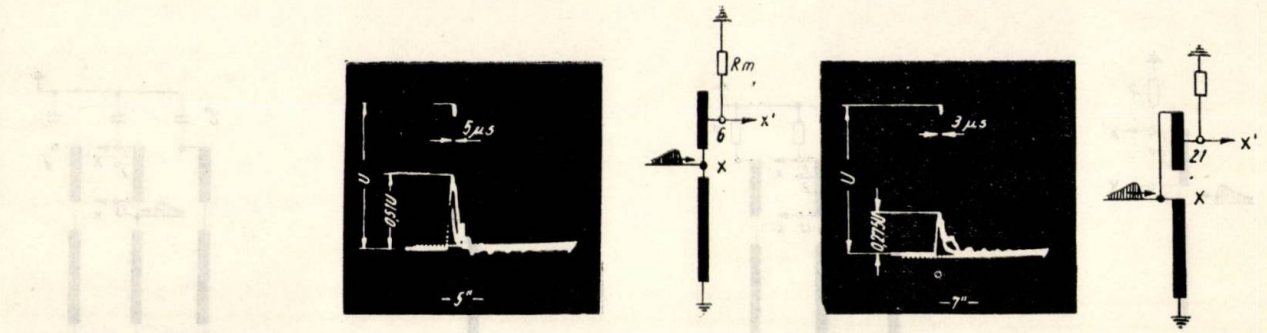
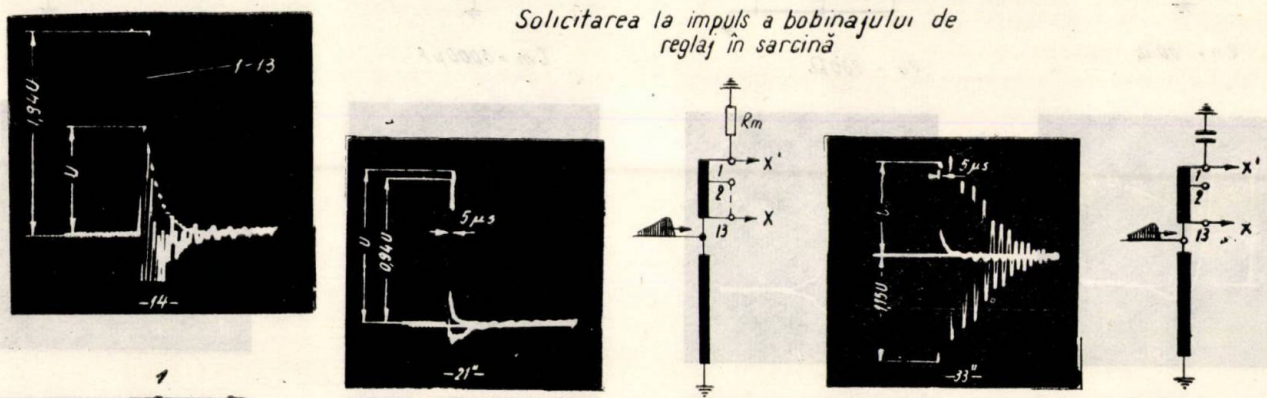


Fig. 8. Solicitarea la impuls a comutatorului în sarcină (R).

Fig. 9. Solicitarea la impuls a comutatorului în sarcină (C).



Solicitarea la impuls a bobinajului de reglaj în sarcină



Solicitarea la impuls a comutatorului în sarcină

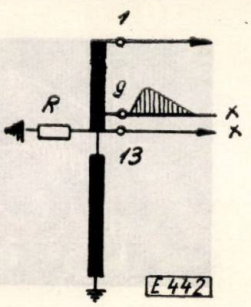
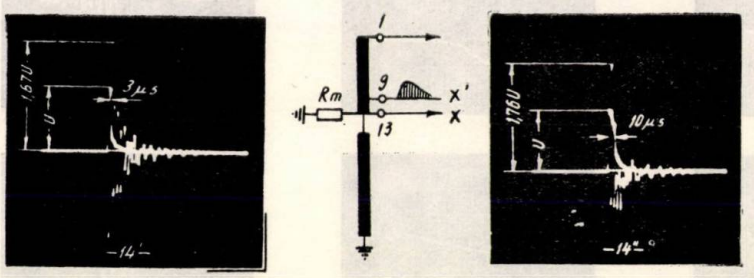


Fig. 10. Tensiunea la bornele înfășurării de reglaj.



Tensiunea la bornele înfășurării de reglaj
Comutatorul pe poz. 9

E 443

Fig. 11. Încercarea cu undă tăiată.

4. Considerații economice

Deși modelarea unui autotransformator este mai dificilă decît a unui transformator normal, această modelare este necesară la autotransformator, din cauza problemelor complexe de izolație ale înfășurării de reglaj. Volumul de ore de lucru necesare realizării modelului de autotransformator de 60 MVA, 110/110 kV $\pm$ 20% a fost de 100 ore $\times$ inginer plus 300 ore $\times$ tehnician. Costul materialelor care intră în model a fost de 2200 lei. Față de costul unui autotransformator, costul total al realizării modelului este sub 0,5%.

5. Concluzii

Modelarea autotransformatorului 60 MVA, 110/110 kV $\pm$ 20% a permis să se cunoască condițiile de funcționare cele mai defavorabile și să se determine solicitările corespunzătoare. Izolația principală, izolația între galeți și între spire suportă solicitările care apar la încercarea cu unda de impuls plină și tăiată. La solicitarea de 870 kV (conform oscilației *14* din figura 10) comutatorul probabil că nu va rezista și de aceea se recomandă conectarea în paralel cu înfășurarea de reglaj a unui descărcător cu rezistență variabilă, seria 35 kV,

tensiunea nominală, în serie cu o siguranţă de putere capabilă să suporte 3—4 perioade curentul de însoţire la 50 Hz.

Compararea repartiţiei tensiunii de impuls pe model şi pe original a arătat că la măsurătorile efectuate cu autotransformatorul în gol există erori mari, datorită oscilaţiilor de înaltă frecvenţă produse de cuplajele parazite. Considerarea autotransformatorului în sarcină, de altfel situaţie reală în exploatare, conduce la o corespondenţă satisfăcătoare între model şi original.

Costul redus al modelării, posibilitatea de a obţine o imagine suficient de exactă şi intuitivă a fenomenelor tranzitorii care au loc în transformatoare, la solicitarea la impuls, fac din modelul electromagnetic un instrument modern de cercetare şi un auxiliar preţios pentru constructorii de transformatoare de mare putere şi înaltă tensiune.

Bibliografie

[1] *Hortopan, Gh.* : Modelarea transformatoarelor în scopul determinării repartiţiei la tensiunea de impuls. Electrotehnica, **9**, 1961, 8, pag. 261—269.

[2] *Hortopan Gh.* : Modelele geometric şi electromagnetic ale transformatorului. Electrotehnica, **9**, 1961, 11.

[3] *Grosu St.* : Consideraţii cu privire la funcţionarea şi construcţia autotransformatoarelor de mare putere pentru reglarea tensiunii în reţele de transport de energie. Electrotehnica, **9**, 1961, 4, pag. 118—123.

[4] *Hurter T., Ecklin, T.* : Le modèle électromagnetique de transformateur. R. Brown Boveri **45**, 1958, 9, pag. 410—418.

[5] *Wellauer, M.* : Einführung in die Hochspannungstechnik. Birkhäuser Basel/Stuttgart, 1954, pag. 73.

[6] *Cleja Vl.* : Generator de impulsuri repetate. Electrotehnica, **8**, 1960, pag. 171—177.

[7] *Hortopan, Gh.* : Încercarea la impuls a echipamentului electric. I.D.T., Bucureşti, 1958.

[8] *Sirotinski, L. I.* : Tehnica tensiunilor înalte, vol. II, (traducere din limba rusă), Ed. tehnică, Bucureşti, 1956.

Aspecte şi tendinţe noi ale evoluţiei construcţiei siguranţelor fuzibile de joasă tensiune

Aristide Predoiu * — Bucureşti

Îmbunătăţirea calităţii aparatajului electric în general şi a siguranţelor fuzibile în special, este o sarcină de seamă a industriei noastre electrotehnice. În lucrarea de faţă se trec în revistă progresele recente realizate în această privinţă arătîndu-se unele soluţii tehnice noi adoptate pentru construcţia siguranţelor fabricate în ţară. CZ 621.316.923.1.001.6

Siguranţele fuzibile de joasă tensiune, de diferite tipuri constructive, reprezintă cel mai simplu element de protecţie, care se întîlneşte în general în orice instalaţie electrică de joasă tensiune.

Siguranţele fuzibile sînt utilizate la protecţia conductoarelor instalaţiilor electrice din locuinţe, a receptoarelor electrocasnice, a instalaţiilor electrice de pe agregatele din industria alimentară şi reţeaua comerţului alimentar, de pe maşinile unelte şi agregatele de maşini-unelte, în instalaţiile de tracţiune electrică, în transporturile feroviare, aeriene şi maritime etc. Se poate aprecia, fără exagerare, că acolo unde se instalează un conductor electric se montează şi o siguranţă fuzibilă.

În continuare vor fi prezentate consideraţii numai asupra grupei de siguranţe cunoscute sub denumirea de „elemente de siguranţă de joasă tensiune cu filet". Această grupă de siguranţe ocupă locul cel mai important, atît din punct de vedere al cantităţii în care se produc, cît şi în ceea ce priveşte caracteristicile tehnice.

Amploarea utilizării instalaţiilor electrice în construcţiile de locuinţe şi în industrie — construcţia combinatelor noi şi extinderea celor existente în industria chimică, alimentară, forestieră etc., dezvoltarea construcţiilor de maşini — impun perfecţionarea tipurilor constructive şi realizarea de noi variante.

În schemele electrice moderne pentru protecţia motoarelor întrerupătoarele automate sînt înlocuite prin contactoare cu relee termice şi siguranţe fuzibile, ceea ce oferă simplitate în realizarea şi întreţinerea acestor instalaţii.

În cele ce urmează se vor face consideraţii numai în ceea ce priveşte problemele de construcţie a elementelor de siguranţă : în măsura în care anumite construcţii noi duc şi o îmbunătăţire calitativă, se va menţiona şi acest lucru.

Consideraţiile asupra caracteristicilor constructive noi se referă la acele caracteristici care asigură avantajele unei producţii de masă, simplificarea procesului de fabricaţie, creşterea productivităţii muncii, simplificarea constructivă prin eliminarea operaţiilor greu de executat sau asamblării nesigure, unificarea şi tipizarea reperelor, eliminarea reperelor cu proces tehnologic complicat, utilizarea eco-

* *A. Predoiu* este inginer principal proiectant la „Electroaparataj" — Bucureşti.

nomică a materialelor şi evitarea folosirii materialelor deficitare şi costisitoare etc. Respectarea şi traducerea în viaţă a acestor cerinţe, asigură condiţiile unui proces de montare pe bandă şi chiar mecanizarea unor operaţii.

Componenţa siguranţelor cu filet

În componenţa unui element de siguranţă cu filet, de joasă tensiune, intră:

a) *Socluri de siguranţă* sau siguranţe cu filet de următoarele tipuri;

— cu legătură în spate (*LS*), de 25, 60 şi 100 A (fig. 1 a, 1 b — *B*, *C*);

— cu legătură în faţă (*LF*), (mono - bi - şi tripolare), de 25 şi 60 A, 500 V (fig. 2a, 2b şi 2c);

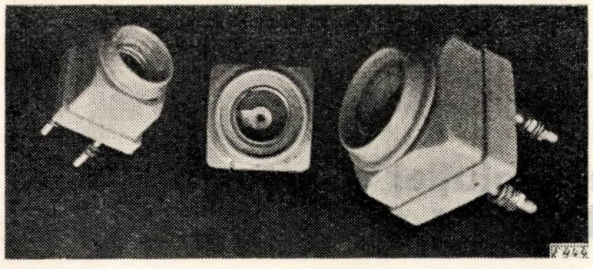


Fig. 1 a. Socluri pentru siguranţe de tip *LS*, de 25, 60 şi 100 A, cu colţuri rotunjite.

— cu legături în faţă, de tip industrial (*LFi*), de 25, 60 şi 100 A, 500 V.

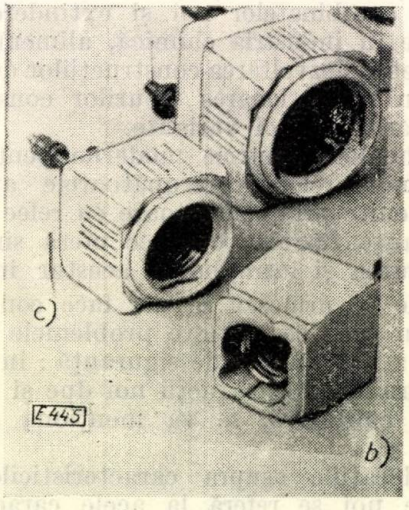


Fig. 1 b,c. Soclu pentru siguranţă de tip *LS*;
b — inelul făcînd corp comun cu soclul; *c* — soclul cu proeminenţe şi nervuri laterale ornamentale.

Tipurile *LF* şi *LFi* de 25 A se întîlnesc şi în varianta cu contact de nul (fig. 3).

b) *Patroane fuzibile* de 6, 10, 15, 20, 25, 35 45, 60, 80 şi 100 A (fig. 8), cu acţiune rapidă sau întîrziată [1, 3, 4], [5, 6];

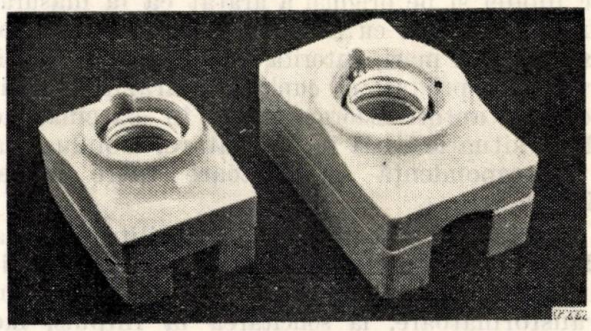


Fig. 2 a. Socluri pentru siguranţe de tip *LF*, de 25 şi 60 A.

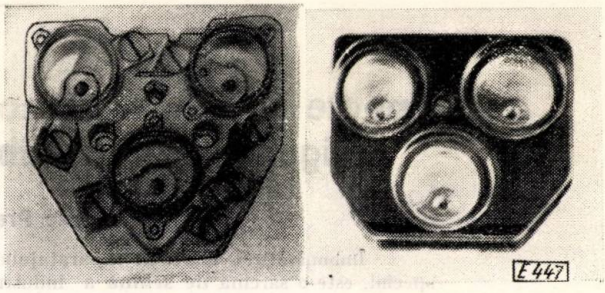


Fig. 2 b. Soclu tripolar pentru siguranţă, de tip *LF*, de 25 A.

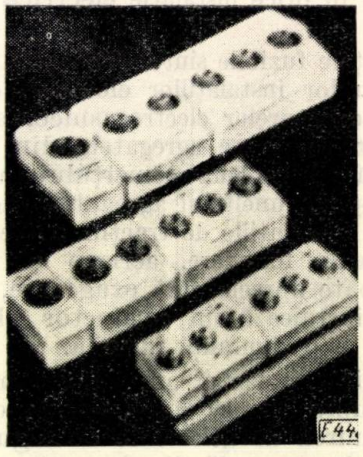


Fig. 2 c. Serii de socluri pentru siguranţe mono-bi şi tripolare, cu contact de nul de tip *LF*, de 15, 25 şi 60 A (fabricate în străinătate).

c) *Piese de contact calibrate* de 6, 10, 15, 20, 25, 35, 45, 60, 80 şi 100 A (fig. 9) [7];

d) *Capace filetate* de 25, 60 și 100 A (fig. 6).

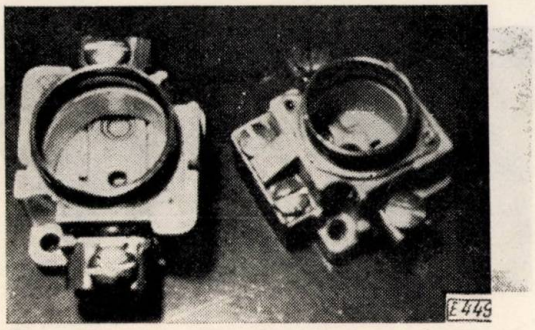


Fig. 3. Socluri pentru siguranțe de tip *LFi*, de 25 A (cu contact de nul și 60 A fabricate în străinătate).

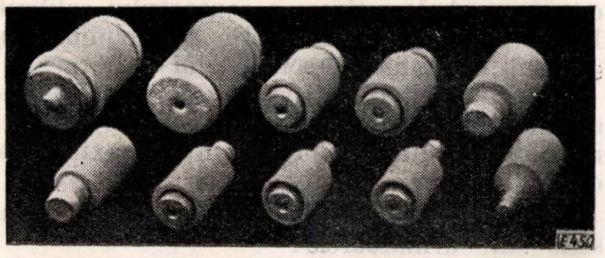


Fig. 4. Serie de patroane fuzibile de tip vechi de 6, 10, 15, 20, 25, 35, 45, 60, 80 și 100 A, fabricate la uzinele „Electroaparataj".

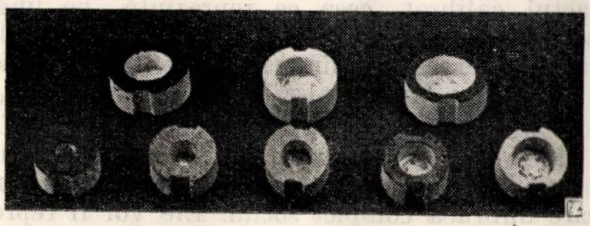


Fig. 5. Serie de piese de conact calibrate de 6, 10, 15, 20, 25, 35, 45 și 60 A.

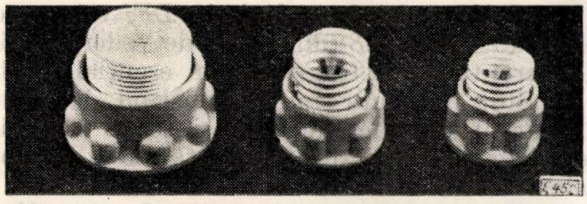


Fig. 6. Serie de capace filetate de 25, 60 și 100 A.

Socluri de siguranță

a) *Socluri de siguranță tip LS*

La acest tip, destinat montajului numai pe panouri izolante (marmoră, pertinax, textolit), forma pieselor care alcătuiesc calea de curent — bornele (bolțurile filetate), contactul de fund și teaca filetată — , s-a păstrat aproape neschimbată.

Totuși pentru variantele de 25 și 60 A, la unele tipuri fabricate atît în străinătate cît și la „Electroaparataj", s-a adoptat forma din două bucăți, adică inel de fixare și teacă filetată propriu-zisă, care oferă avantajul executării mai simple și fără rebuturi.

Piesele de porțelan, soclul și inelul au suferit însă mai multe modificări printre care :

— soclul și inelul au făcut corp comun (fig. 1b — *B*) ;

— soclul și inelul au fost menținute ca piese separate, soclul fiind cu fețe plane cu proeminențe și nervuri ornamentale pe laturi (fig. 1 b — *C*), sau cu fețe plane și colțuri rotunjite (fig. 1 a).

Avantajele și neajunsurile diferitelor tipuri sînt :

— Soclul care face corp cu inelul, evită dificultățile care apar la executarea inelului (filet, ovalitate), dar proeminența care formează inelul este supusă loviturilor și se sparge ușor, făcînd inutilizabil tot soclul.

— Soclul cu proeminențe și nervuri ornamentale are proeminențele fragile, iar nervurile creează neuniformitate în grosimea pereților, producîndu-se astfel fisuri.

— Soclul cu fețe plane și colțuri rotunjite se impune tot mai mult. Noua serie de elemente *LS* (25, 60, 100 A) care se produce la „Electroaparataj" este realizată în această formă (fig. 1 a).

b) *Socluri de siguranță tip LF*

Acest tip de soclu, destinat montării pe panouri metalice, a suferit o serie de modificări constructive menite să îmbunătățească forma și să elimine neajunsurile. Formele sub care a fost realizat sînt :

— Soclu din porțelan pe care se montează contactul de fund și teaca filetată, îmbrăcat parțial cu un capac tot din porțelan (fig. 2 a). Înălțimea redusă a capacului permite execuția lesnicioasă însă, la îmbinarea cu soclul, în cazul existenței unor deformații, perimetrele lor nu mai coincid.

— Soclul din porțelan cu capac tot din porțelan îmbrăcînd complet soclul, care elimină neajunsul nesuprapunerii (fig. 2 c). Înălțimea capacului, aproape dublă față de varianta anterioară, a creat serioase dificultăți tehnologice, deoarece la asemenea înălțimi pereții, fie că ies incompleți din presare, fie că după vitrificare prezintă deformații accentuate.

— Soclul din porțelan cu capac care îl îmbracă complet, executat din bachelită (fig. 7). Capacul din bachelită prezintă condiții tehnologice mai ușor de îndeplinit.

La uzinele „Electroaparataj" s-a realizat o serie nouă de socluri *LF* din porţelan, cu capac

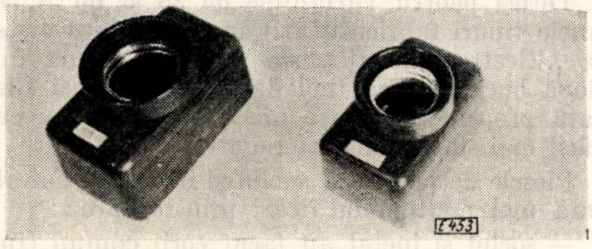


Fig. 7. Socluri pentru siguranţe de tip *LF*, de 25 şi 60 A cu capace din bachelită (îmbrăcînd complet elementul).

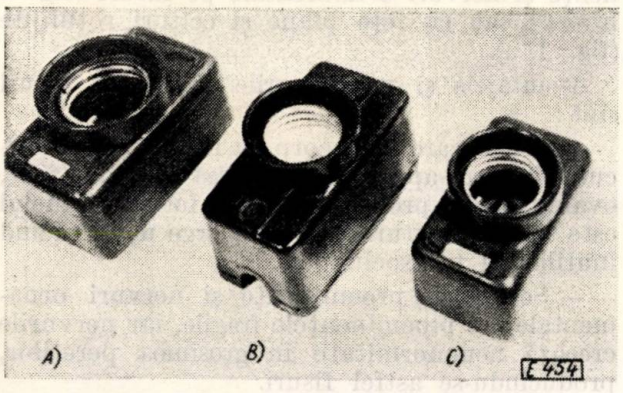


Fig. 7 a. Comparaţie între socluri pentru siguranţe de tip *LF*, cu capac din bachelită:
A-LF, 60 A, tip „Electroaparataj" (nou); *B-LF*, 20 A, 380 V, tip străin; *C-LF*, 25 A, tip „Electroaparataj" (nou).

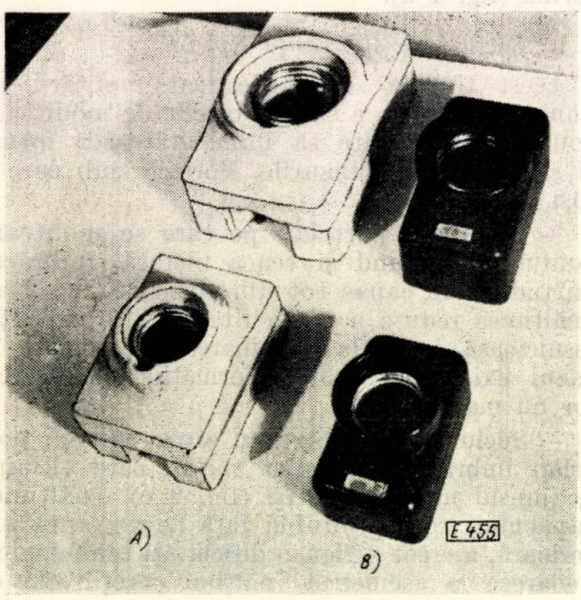


Fig. 7 b. Comparaţie între seriile *LF* de 25 şi 60 A, tip vechi şi nou, produse de „Electroaparataj":
A – seria veche; *B* – seria nouă.

de bachelită fixat pe soclu cu un inel din bachelită sau porţelan.

La această serie a fost reconsiderată şi calea de curent.

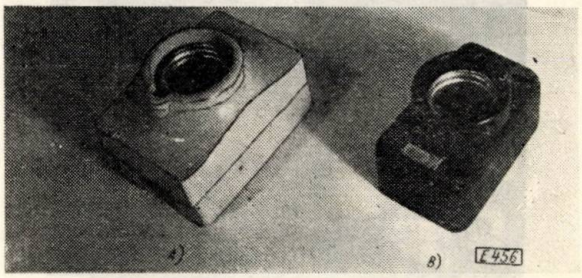


Fig. 7 c. Comparaţie între soclul pentru siguranţă *LF*, 25 A, vechi şi *LF*, 60 A, nou („Electroaparataj"):
A-LF 25 A, vechi; *B-LF*, 60 A, nou.

Teaca filetată se fixează pe soclu prin capse, iar contactul de fund printr-o clemă elastică, care are rol de reţinere a contactului calibrat. Datorită acestei construcţii s-a eliminat şi şurubul de fund al contactului calibrat.

Bornele tecii filetate şi contactului de fund au fost astfel dimensionate încît să permită racordul conductoarelor minim şi maxim şi al conductoarelor din aluminiu.

Avantajele pe care le prezintă această nouă serie sînt următoarele:

— Eliminarea completă a şuruburilor şi găurilor cu filet destinate montajului, fiind păstrate numai şuruburile necesare racordului conductoarelor.

— Eliminarea şurubului de fund de la contactul calibrat, ceea ce reprezintă, pe lîngă economia de material, o îmbunătăţire a calităţii, deoarece s-a eliminat un contact electric.

Variantele de socluri *LF* bipolare şi tripolare au urmat evoluţia celor monopolare. La Uzinele „Electroaparataj", se execută socluri bipolare şi tripolare cu capac din porţelan, care îmbracă complet soclul. Ele vor fi reproiectate după exemplul celor monopolare cu capac din bachelită.

c) *Socluri de siguranţă tip LFi*

Evoluţia seriei de socluri tip *LFi* este apropiată de a celor *LS* (din punct de vedere al căii de curent). Caracteristicile lor esenţiale sînt:

— Sînt elemente simple, constînd din calea de curent (contact de fund şi teacă filetată), soclul de porţelan şi inelul filetat, tot din porţelan.

— Sînt apropiate de tipul *LF*, de care diferă doar prin faptul că nu au capac.

În ceea ce priveşte tipurile care se produc la uzinele „Electroaparataj" trebuie menţionate următoarele:

— Seria *LFi* în fabricaţie are ca reper comun cu seria *LF* pentru varianta de 25 A numai teaca filetată, iar elementele de 60 A nu au nimic comun.

— Seria nouă (fig. 8) realizată, care este în curs de asimilare, are ca repere comune soclul, teaca filetată, contactul de fund, clema elastică pentru fixarea contactului de fund, reţinerea contactului calibrat şi inelul filetat. Rezultă

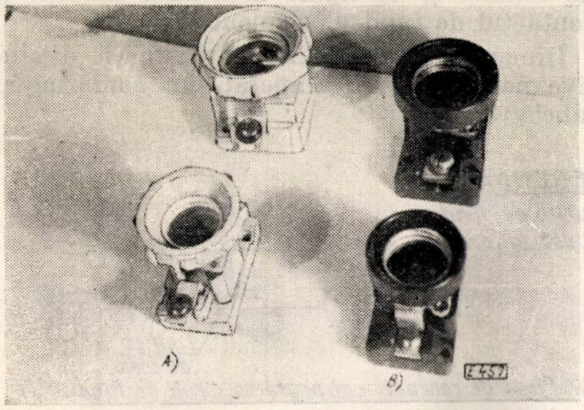


Fig. 8. Comparaţie între seria veche şi cea nouă de socluri pentru siguranţe tip *LFi* („Electroaparataj"):
A — serie veche, 25 şi 60 A; *B* — serie nouă, 25 şi 60 A.

că la realizarea seriilor noi de elemente *LF* şi *LFi*, atît pentru 25 cît şi pentru 60 A, reperele au fost 100% tipizate. Avantajele care decurg din această situaţie concordă cu premisele indicate la începutul lucrării.

Problema care se pune în vederea simplificării într-o măsură şi mai mare a elementelor *LFi* ar fi dacă mai este sau nu necesar inelul filetat din porţelan.

Soclul *LFi* este un element complet deschis, cu acces liber la borne, spre deosebire de soclurile *LS* şi *LF*, la care accesul este oprit prin însăşi construcţia elementului; este vorbă despre imposibilitatea pătrunderii „degetului de control" la piesele sub tensiune, atunci cînd elementul este complet montat (cu contact calibrat, patron şi capac filetat).

Astfel stînd lucrurile inelului filetat îi revine doar rolul de a reţine paravanul izolant care se montează deasupra elementelor, atunci cînd ele sînt instalate în cutii capsulate pe grupe de circuite. Or, în acest caz, reţinerea paravanului poate fi realizată tot atît de bine de către corpul de porţelan al capacului filetat, care se înşurubează în element.

Patroane fuzibile

Evoluţia constructivă a patroanelor fuzibile a fost în general mai redusă decît cea a soclurilor. Cele mai multe modificări au fost aduse corpului de porţelan, şi în special la partea capătului calibrat.

Figura 9a (*A*, *B*, *C*) înfăţişează evoluţia corpului de porţelan, iar concluziile pentru fiecare dintre aceste forme constructive sînt:

— Construcţia din figura 9a-*A*, în special pentru variantele 6, 10, 15, dădea rebuturi în proporţie de 30% în timpul transportului, deoarece capetele calibrate erau fragile.

— Construcţia din figura 9a-*B*, patronul unificat pentru 6, 10, 15 A, cu corp de porţelan comun ceea ce constituie un avantaj, dădea

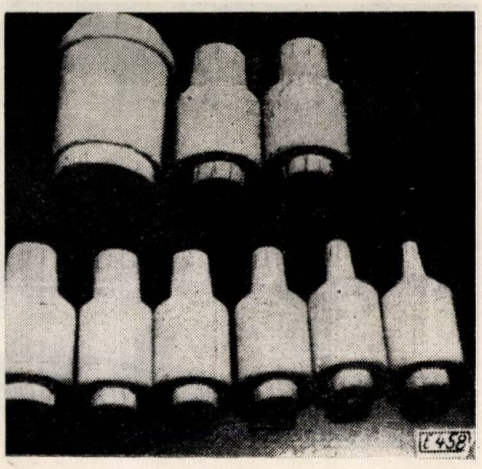


Fig. 9. Corpuri de porţelan cu nervuri la capete, pentru seria nouă de patroane de 6, 10, 15, 20, 25, 35, 45, 60, 80 şi 100 A.

la ambutisarea capacelor de contact rebuturi de peste 50%.

— Construcţia din figura 9a-*C* a eliminat dezavantajele menţionate pentru variantele din figura 9a-*A* şi 9a-*B*.

La toate aceste variante fixarea capacelor de contact se realiza fie prin lipirea directă pe porţelan cu ajutorul unei soluţii de silicat de sodiu, fie prin intermediul unui inel de fixare lipit cu silicat de sodiu, peste care se presau

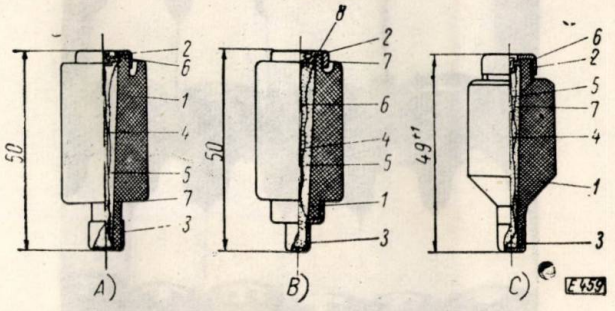


Fig. 9 a. Evoluţia constructivă a patroanelor de 6, 10, 15 A, la uzinele „Electroaparataj":
A) *1* — corp patron; *2* — capac superior; *3* — capac inferior; *4* — fir fuzibil; *5* — nisip de cuarţ; *6* — arc semnalizator; *7* — semnalizator;
B) *1* — corp patron; *2* — capac superior; *3* — capac inferior; *4* — fir fuzibil; *5* — nisip de cuarţ; *6* — semnalizator; *7* — arc semnalizator; *8* — inel inferior;
C) *1* — corp patron; *2* — corp superior; *3* — capac inferior; *4* — fir fuzibil; *5* — nisip de cuarţ; *6* — arc cilindric; *7* — semnalizator.

capacele de contact. Pe lîngă dificultăţile în realizare, acest sistem de montare prezintă şi dezavantajul că silicatul de sodiu este higroscopic, indiferent dacă i se adaugă praf de

porțelan sau alte incluziuni care îi dau consistență.

Pentru a evita aceste neajunsuri, în ultimul timp s-a trecut la așa-numita fixare mecanică, la care se prevăd o serie de nervuri ; acestea

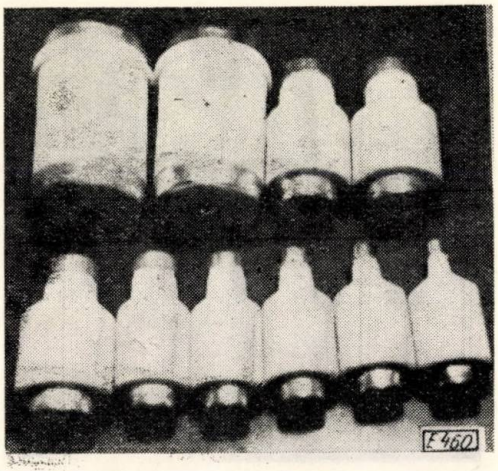


Fig. 10. Seria nouă de patroane, produse la uzinele „Electroaparataj".

preiau jocul dintre patron și capac, a cărui fixare se face printr-o simplă presare (fig. 9).

Acest sistem de fixare, adoptat și la uzinele „Electroaparataj", la seria nouă de patroane fuzibile (fig. 10), asigură o bună calitate a montajului și o creștere a productivității muncii cu aproximativ 40—50%. Această serie prezintă

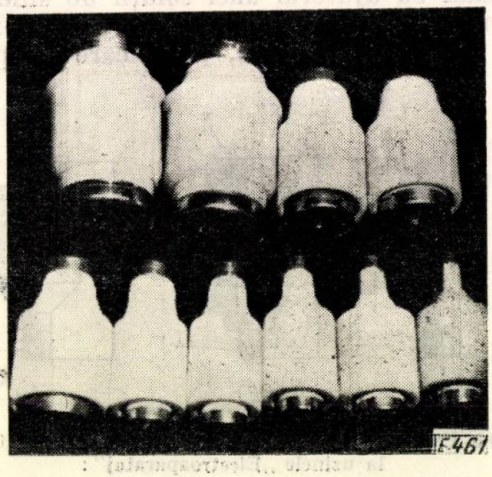


Fig. 10 a. Seria de patroane Siemens.

și marcajul direct pe porțelan (de la presare), simplificînd astfel capacul de contact.

Piese de contact calibrate

În trecut, majoritatea firmelor constructoare produceau — iar unele produc și în prezent — forma clasică de piese de contact calibrate (fig. 11 a), care constau din :

— O piesă de porțelan în formă de inel, avînd rol de calibrare.

— Un șurub de contact de fund, avînd rolul de contact și de fixare a inelului calibrat pe contactul de fund al elementului.

Dimensiunile de calibrare și culorile distinctive pentru fiecare amperaj sînt conforme cu tabela 3.

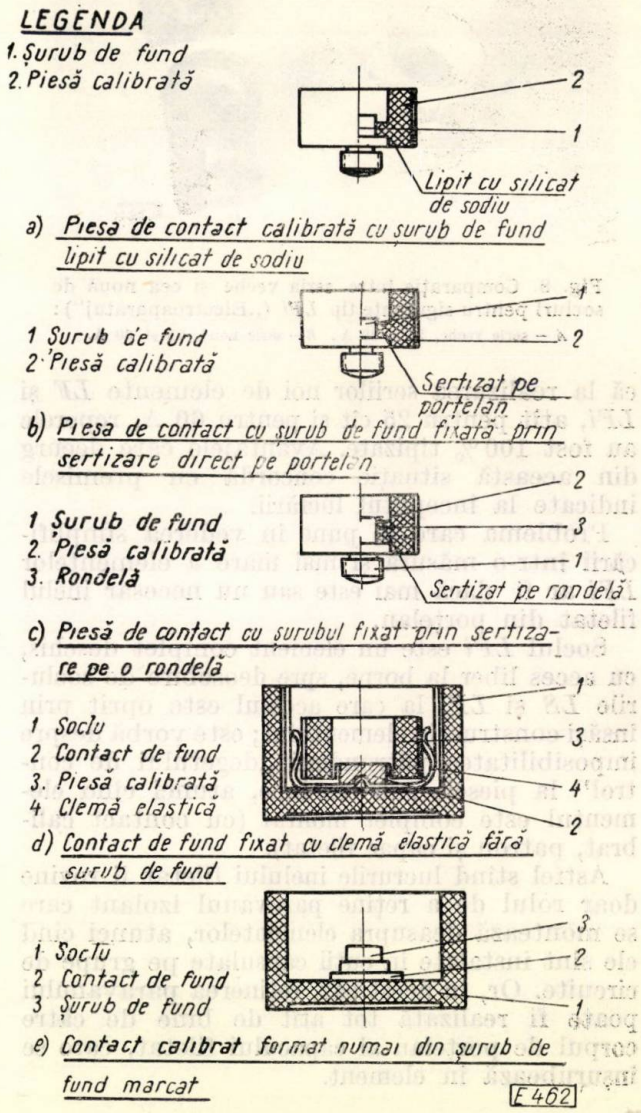


Fig. 11. Evoluția constructivă a pieselor de contact calibrate la uzinele „Electroaparataj".

Din punct de vedere al evoluției constructive se pot enumera următoarele ;

— montarea șurubului de fund prin lipire pe inelul de calibrare, cu silicat de sodiu (fig. 11 *a*) ;

— montarea șurubului prin sertizare mecanică direct pe inel sau prin intermediul unei rondele metalice (fig. 11 *b* și *c*) ;

— fixarea inelului calibrat direct pe contactul de fund al elementului (soclu), prin intermediul unei cleme elastice, cu eliminarea şurubului de fund (fig. 11 *d*);

— eliminarea inelului de calibrare şi menţinerea numai a şurubului de fund, care se marchează cu amperajul corespunzător (U.R.S.S.) (fig. 11 *e*).

La uzinele „Electroaparataj", după introducerea fixării şurubului de fund prin sertizare mecanică pe inelul de calibrare prin intermediul unei rondele de tablă *OL*, s-a trecut la următoarele forme constructive:

— reducerea dimensiunilor şurubului de fund (conform tabelei 1 — comparativă), ceea ce a adus şi o îmbunătăţire a încălzirii (tabela 2 comparativă pentru temperaturi), realizîndu-se o tipizare a şuruburilor;

Tabela 1

Comparaţie între dimensiunile vechi şi cele noi ale şurubului de fund de la contactele calibrate „Electroaparataj".

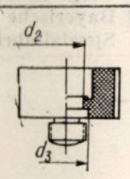
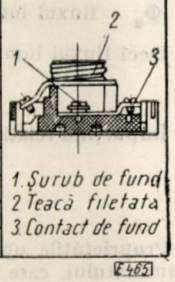
Curentul nominal A	d_2, mm		d_3, mm		Figura
	vechi	nou	vechi	nou	
6	5	4	8	6	
10	6,5		10		
15	8,5	6	11	8	
20					
25					
35	12,5	8	14	10	
45					
60					

Tabela 2

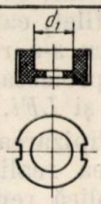
Comparaţie între temperaturile bornelor de la contactul de fund (3) şi teaca filetată (2) pentru cele două dimensiuni de şuruburi de fund 1 (redus) şi 2 (normal), la curentul nominal de 25 şi 60 A, pe soclurile *LS*, *LF* şi *LFi*.

Tip	Curentul nominal A	1 şurub redus 2 şurub normal	Temperatura bornei, °C		Figura
			Contact de fund	Teacă filetată	
LS	25	1	52°	48°	
		2	52°	46°	
	60	1	67°	51°	
		2	70°	50°	
LF	25	1	56°	51°	
		2	58°	53°	
	60	1	71°	56°	
		2	75°	64°	
LFI	25	1	62°	51°	
		2	63°	54°	

— renunţarea la inelul de calibrare pentru variantele de 25 şi 60 A, la care însuşi locaşul soclului delimitează şi împiedică introducerea unui patron de un amperaj mai mare (respectiv patronul de 35 A nu poate fi montat în soclul de 25 A, iar patronul de 80 A nu poate fi montat în soclul de 60 A); bineînţeles că în acest caz

Tabela 3

Piesa calibrată din porţelan, cu găurile calibrate *dl* şi culorile indicatoare corespunzătoare fiecărui amperaj.

Curentul nominal A	d_1 + 0,75 mm	Culoare indicatoare	Figura
6	6,5	verde	
10	8,5	carmin	
15	10,5	cenuşiu	
20	12,5	albastru	
25	14,5	galben	
35	16,5	negru	
45	18,5	alb	
60	20,5	verde	

s-a menţinut şurubul de fund marcat cu 25 respectiv 60 A;

— eliminarea completă a şuruburilor de fund şi menţinerea inelelor calibrate montate prin intermediul clemei elastice (la noile tipuri *LF* de 25 şi 60 A, cu capac de bachelită, şi *LFi* de 25 şi 60 A), cu eliminarea şi a inelelor pentru amperajele de 25 şi 60 A. Aceasta reprezintă cea mai înaintată simplificare a pieselor de contact calibrate.

Capace filetate

Evoluţia construcţiei capacelor filetate este legată de modul de fixare a tecii filetate pe capacul de porţelan:

— Fixarea prin lipire (cu silicat de sodiu, clei epoxi sau Dinox 40):

— Fixarea mecanică, prin ambutisare în teaca filetată.

La uzinele „Electroaparataj" s-a aplicat parţial fixarea mecanică, şi se aplică cea prin lipire cu clei epoxi şi Dinox 40. Se preconizează

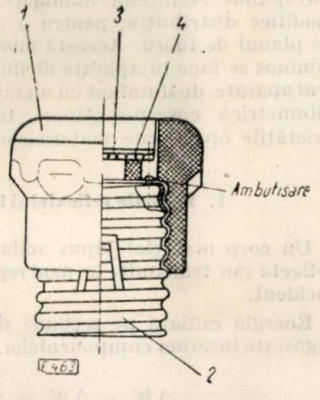


Fig. 12. Capac filetat, cu fixarea tecii pe corpul din porţelan prin ambutisare, în găuri străpunse:
1 — capac porţelan; *2* — teacă filetată; *3* — fereastră vizor; *4* — siguranţă.

fixarea mecanică, prin găuri complet perforate în capacul de porţelan (fig. 12), pentru a uşura atît tehnologia presării capacelor de porţelan cît şi operaţia de ambutisare a tecii filetate, fără a se sparge porţelanul. Îm plus, grosimea tecii trebuie redusă la 0,3 mm, ceea ce uşurează şi operaţia de roluire a filetului.

Concluzie

Din cele expuse se desprind următoarele cerințe :

Asamblarea prin capse sau prin îmbinări elastice, evitînd utilizarea de șuruburi și găuri cu filet, care constitue puncte de defect. Acest lucru s-a realizat la uzinele „Electroaparataj" la proiectarea seriei noi de siguranțe cu filet *LF* și *LFi*, de 25 și 60 A.

Tipizarea și uniformizarea reperelor, în vederea realizării de serii unitare. Acest lucru implică reproiectarea sistemului de contact la elementele seriei *LS*.

Proiectarea tehnologică a pieselor de porțelan în scopul, asigurării unui montaj independent de abaterile de la cote, destul de greu stăpînit, cu posibilități de mecanizare și automatizare parțială sau totală, în realizarea pieselor.

Introducerea montajului pe bandă, în flux tehnologic.

Realizarea constructivă a bornelor seriilor noi de elemente, cu posibilități de racordare a conductoarelor de secțiune minimă și maximă și a conductoarelor de aluminiu, ceea ce sporește posibilitățile de execuție economică a instalațiilor.

Toate acestea contribuie la traducerea în fapte a hotărîrilor Partidului și Guvernului cu privire la ridicarea produselor și aparatajului de instalații la nivelul tehnicii moderne, la reducerea prețului de cost.

Bibliografie

[1] *Avramescu A.* și *Cănescu T.* : Avatanjele fuzibilelor cu întîrziere — Energetica și hidrotehnica, **II**, (1954), nr. 11, 12, pag. 407—415.
[2] *Avramescu A.* și *Nichiteanu A.* : Asupra protecției selective a rețelelor buclate, Bul. APDE, **19**, (1942), I, pag. 40—46.
[3] *Avramescu A.* : Contribuții la calculul încălzirii conductoarelor, Bul. IRE, **11**, (1944), pag. 301—312.
[4] *Avramescu A.* : Posibilitățile calculului de dimensionare termică a siguranțelor fuzibile, Electrotehnica, **1**, (1953), nr. 6, pag. 23—33.
[5] *Builov A.* : Principiile construcției aparatelor electrice, G.E.I., Mosocva — Leningrad, 1947.
[6] *Babicov M. A.* : Aparate electrice. Editura energetică de stat, București, 1954.
[7] *Meye H.* : Leitungsschutzsicherungen für 500 V Nennspannung mit Ringpasseinsätzen und mit Schraubpasseinsätzen als Einheitskonstruktion, Elektrie, **13**, 1959, nr. 10, Elektrofertigung, pag. 78—81.
[8] „Kontakt", Elektrotehnika Tbornica, Tagreb, catalog.
[9] Sicherungs material, Linder, GMBH Bamberg, catalog.
[10] VEB Elektroschaltgeräte, Grimma, catalog.
[11] Bayerische Elektrozubehör, GMBH, Elektrortechnische Spezialfabrik Lauf (Pegnitz), catalog.

NOTE

Cercetări cu privire la determinarea factorilor de reflexie regulată și difuză la materiale folosite în tehnica iluminatului

Rădoi Arsene — Timișoara

CZ 683.853.535.87

Fluxului luminos emis de sursele de lumină, pentru a corespunde cerințelor iluminatului rațional, trebuie să i se modifice distribuția, pentru a avea o repartiție favorabilă pe planul de lucru. Această modificare a repartiției fluxului luminos se face în aparate de iluminat. Pentru a putea construi aparate de iluminat cu un randament ridicat și cu o curbă fotometrică corespunzătoare, trebuie să se cunoască proprietățile optice ale materialelor [1].

1. Felurile reflexiei și transmisiei luminii

Un corp material supus acțiunii unui flux luminos poate reflecta sau transmite în mod regulat sau difuz fluxul luminos incident.

Energia radiată pe secundă și recepționată de un cop se regăsește în suma componentelor ce apar în relația :

$$\Delta W_i = \Delta W_\rho + \Delta W\tau + \Delta W_\alpha \qquad (1)$$

în care :

ΔW_ρ este energia reflectată pe secundă
ΔW_τ — energia transmisă pe secundă
ΔW_α — energia absorbită pe secundă

Atunci cînd energia radiantă incidentă a unui cop ΔW_i, conține radiații de lungime de undă $\lambda = 400—760$ mμ a spectrului vizibil, fluxul luminos radiat se distribuie după proprietățile optice ale materialului receptor, în :

Φ_ρ — fluxul luminos reflectat ;
Φ_τ — fluxul luminos transmis ;
Φ_α — fluxul luminos absorbit.

Deci fluxul luminos incident Φ_i este :

$$\Phi_i = \Phi_\rho + \Phi_\tau + \Phi_\alpha . \qquad (2)$$

Împărțind relația (2) cu fluxul luminos incident se obține :

$$l = \frac{\Phi_\rho}{\Phi_i} + \frac{\Phi_\tau}{\Phi_i} + \frac{\Phi_\alpha}{\Phi_i} . \qquad (3)$$

Proprietățile optice ale materialelor folosite în tehnica iluminatului, care caracterizează din punct de vedere cantitativ comportarea materialelor față de radiația incidentă, pot fi definite prin valorile rapoartelor :

$\rho = \frac{\Phi_\rho}{\Phi_i}$ factor global de reflexie ;

$\tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi_i}$ factor global de transmisie :

$\alpha = \frac{\Phi_\alpha}{\Phi_i}$ factor global de absorbție.

Din punctul de vedere al efectului luminos reflexia poate fi :

a) regulată (fig. 1, *a*) ;

b) dispers-difuză sau perfect-difuză (fig. 1, *b*) ;

c) dispers-regulată (fig. 1, *c*) ;

d) mixtă (fig. 1, *d*).

a) *Reflexia regulată* se obţine la suprafeţele netede, lustruite ale căror asperităţi şi denivelări superficiale sînt minime.

La examinarea unei suprafeţe cu reflexie regulată, ea pare întunecată în toate direcţiile cu excepţia direcţiei razei de lumină reflectată (fig. 1, *a*).

b) *Reflexia dispers-difuză* este caracteristică suprafeţelor ce dispersează fluxul primit într-un flux reflectat în toate direcţiile sub un unghi solid mai mare ca cel al fluxului incident (fig. 1, *b*).

Suprafaţa difuzantă are o luminanţă uniformă în toate direcţiile, comportîndu-se după legea emisiunii a lui Lambert :

$$I_\alpha = I_n \infty \cos \alpha, \tag{4}$$

în care :

I_n este intensitatea luminoasă, normală la suprafaţă ;

I_α — intensitatea luminoasă, care face cu normala la suprafaţă un unghi α.

Materialele cu reflexie dispers-difuză (vopseaua albă mată) au o granulaţie fină şi uniformă şi se folosesc la aparate de iluminat la care se urmăreşte o împrăştiere uniformă a fluxului luminos.

c) *Reflexia dispers-regulată* este caracterizată prin concentrarea fluxului luminos reflectat într-un unghi solid, al cărui

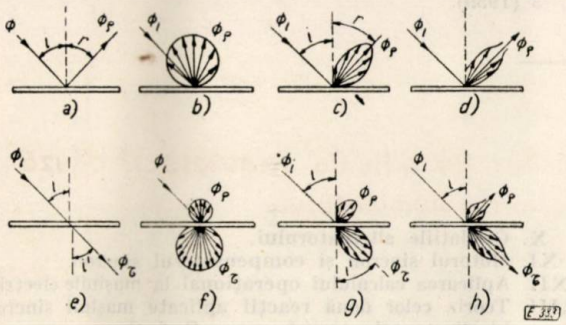


Fig. 1. Felurile reflexiei şi transmisiei.

ax este dirijat după legile reflexiei regulate (fig. 1, *c*). Intensitatea maximă reflectată coincide cu axul unghiului solid, astfel încît repartiţia fluxului luminos reflectat depinde de direcţia fluxului incident.

Materialele cu reflexia dispers-regulată (suprafeţe argintate mate) sînt utilizate ca reflectoare ale aparatelor de iluminat, cu scopul împrăştierii limitate a fluxului luminos pe o suprafaţă de iluminat.

d) *Reflexia mixtă* se caracterizează prin combinarea reflexiei regulate cu reflexia dispers-regulată (fig. 1, *d*).

Imaginea reflectată a izvorului luminos se distinge sub forma unei pete difuze, de dimensiuni sporite, dînd noţiunea existenţei reflexiei dirijate, spre deosebire de reflexiile perfect difuze sau dispers-regulate pentru care imaginea izvorului de lumină nu mai apare. Materialele cu propritetatea de reflexie mixtă sînt acelea a căror suprafaţă luceşte (sticla opalescentă, vopseaua albă lucioasă, marmora etc.).

Similar fenomenului de reflexie a luminii, transmiterea luminii se face în aceleaşi moduri :

e) regulată (fig. 1, *e*) ;

f) dispers-difuză sau perfect difuză (fig. 1, *f*) ;

g) dispers-regulată (fig. 1, *g*) ;

h) mixtă (fig. 1, *h*).

La materialele care au o reflexie mixtă, din punctul de vedere al folosirii lor cît mai raţionale la construcţia aparatelor de iluminat, este important să se ştie în ce măsură fluxul luminos este reflectat în mod regulat sau difuz. În acest scop se poate defini un coeficient de reflexie regulată :

$$\rho_r = \frac{\Phi_r}{\Phi_i}, \tag{5}$$

în care :

Φ_r este fluxul reflectat în mod regulat ;
Φ_i — fluxul incident

şi un coeficient de reflexie difuză :

$$\rho_d = \frac{\Phi_d}{\Phi_i}, \tag{6}$$

în care :

Φ_d este fluxul reflectat în mod difuz.

Coeficientul global de reflexie ρ este egal cu suma coeficienţilor de reflexie regulată ρ_r şi difuză ρ_d :

$$\rho = \rho_r + \rho_d. \tag{7}$$

Determinarea factorilor globali de absorbţie, reflexie şi transmisie, care caracterizează din punct de vedere cantitativ comportarea materialelor faţă de radiaţia incidentă, este în general simplă şi se cunosc valorile acestor mărimi pentru majoritatea materialelor folosite la construcţia aparatelor de iluminat.

Pentru materialele cu reflexie mixtă, nu sînt daţi în literatură factorii de reflexie regulată şi factorii de reflexie difuză. În lucrare se arată metoda de determinare a acestor factori şi se prezintă rezultatele determinărilor experimentale pentru unele materiale folosite la construcţia aparatelor de iluminat.

2. Determinarea experimentală a factorilor de reflexie regulată şi difuză

Măsurarea factorilor de reflexie s-a făcut în condiţiile unui unghi solid mic pentru a putea considera că iluminarea probei este uniformă.

Ca sursă de lumină, s-a folosit lampa prin incandescenţă a unui fotometru, care este aproape punctiformă şi emite un fascicul paralel.

Dispozitivul pentru măsurarea factorului de reflexie este arătat în figura 2.

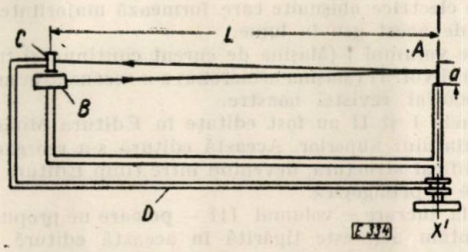


Fig. 2 Dispozitiv pentru măsurarea factorului de reflexie.

Proba *A* (fig. 2) se plasează la o distanţă *L* de sursa de lumină *B* astfel încît raportul dintre distanţa *L* şi diametrul *d* al probei să fie cuprins între 10 şi 20. Se pune celula fotometrică în locul probei *A* şi din iluminarea măsurată şi suprafaţa probei se deduce fluxul incident Φ_i.

Se roteşte braţul *D* în jurul axului *XX'* şi se măsoară intensitatea luminoasă reflectată de probă sub diferite unghiuri. Cu ajutorul curbei fotometrice măsurate se calculează după metoda Rousseau fluxul luminos reflectat Φ_r (fig. 3). Se poate considera că fluxul luminos reflectat în mod difuz este proporţional cu suprafaţa haşurată, întrucît în diagrama

Rousseau suprafaţa corespunzătoare a unui disc difuzant este dată de un triunghi.

În figura 3 este arătată curba Rousseau pentru vopsea albă infra cu reflexie mixtă. Factorul global de reflexie este $\rho = 0{,}78$. Factorul de reflexie difuză este $\rho_d = 0{,}35$ iar factorul de reflexie regulată este $\rho_r = 0{,}43$. Vopseaua albă examinată are un factor global de reflexie destul de ridicat şi aproape jumătate din fluxul luminos este reflectat în mod difuz, ceea ce corespunde pentru armăturile lămpilor fluorescente.

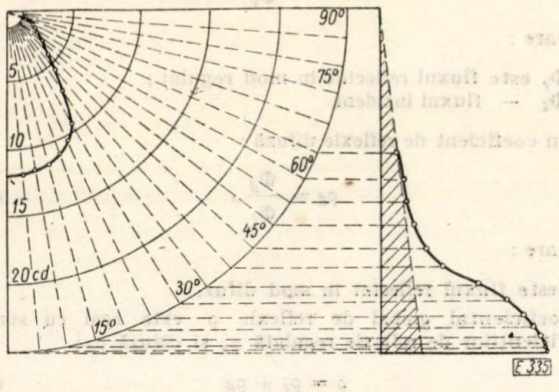


Fig. 3. Diagrama Rousseau pentru vopsea albă cu reflexie mixtă.

S-au determinat factorii de reflexie pentru tablă aluminizată folosită la oglinda farurilor de automobil (tabela 1). Se constată că tabla aluminizată examinată are un factor de reflexie difuză destul de mare ($\rho_d = 0{,}22$), fapt ce nu este indicat la oglinzile farurilor. Componenta difuză se micşorează dacă lacul de bază este depus de două ori, astfel încît înainte de aluminizare să rezulte o suprafaţă netedă.

Din determinarea factorilor de reflexie a vopselei nitroaluminiu reiese o componentă difuză preponderentă, însă factorul global de reflexie este desul de scăzut.

Din examinarea curbei fotometrice din figura 3 se constată că pentru unghiuri mai mari decît 60° rezultă intensităţi de lumină mici care sînt dificil de măsurat. Acest fapt are ca urmare o separare mai puţin exactă a fluxului luminos reflectat în mod dirijat de cel reflectat în mod difuz.

Tabela 1

Denumirea materialului	Flux incident (lm)	Flux reflectat				Factorii de reflexie		
		difuz		regulat				
		cm²	lm	cm²	lm	ρ_d	ρ_r	ρ
Vopsea albă	42	6	15	7,2	18,1	0,35	0,43	0,78
Tablă aluminizată	42	3,7	9,3	7,2	18,1	0,22	0,43	0,65
Vopsea nitroaluminiu	42	8	20,17	0,35	0,83	0,48	0,02	0,5

Bibliografie

[1] *Sewig R.*: Handbuch der Lichttechnik. Verlag von Iulius Springer, Berlin, 1939.

[2] *Krochmann J.*: Über die Kannzeichnung der lichttechnischen Eigenschaften von Baustoffen. Lichttechnik, 3 (1959).

Recenzii

Acad. prof. I. S. GHEORGHIU **„Maşini electrice"**, vol. III **Maşina sincronă**. Editura de stat didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1961.

Această lucrare, apărută recent, continuă seria volumelor I (Maşina de curent continuu şi transformatorul) şi II (Maşina asincronă) de acad. prof. I. S. Gheorghiu, tratînd despre maşinile electrice obişnuite care formează majoritatea fabricatelor de acest gen în lume.

Despre volumul I (Maşina de curent continuu şi transformatorul) şi vol. II (Maşina asincronă) s-a recenzat în nr. 5 din anul 1960 al revistei noastre.

Volumele I şi II au fost editate în Editura Ministerului Învăţămîntului Superior. Această editură s-a reorganizat şi şi-a modificat structura, devenind între timp Editura de stat didactică şi pedagogică.

Actuala lucrare — volumul III — pe care ne propunem să o prezentăm aci, este tipărită în această editură.

Materialul tratat în această lucrare este împărţit în XVI capitole:

I. Principiul de funcţionare al maşinii sincrone.
II. Elementele constructive principale ale maşinilor sincrone.
III. Reacţia indusului la maşinile sincrone.
IV. Determinarea experimentală a reactanţei de scăpări.
V. Caracteristicile alternatorului, determinarea reactanţei sincrone longitudinale, determinarea randamentului.
VI. Construirea diagramei de funcţionare a maşinilor sincrone, şi predeterminarea condiţiilor de funcţionare.
VII. Regimurile asimetrice permanente ale funcţionării alternatorului.
VIII. Scurtcircuitul alternatoarelor.
IX. Maşina sincronă în exploatare.
X. Oscilaţiile alternatorului.
XI. Motorul sincron şi compensatorul sincron.
XII. Aplicarea calculului operaţional la maşinile electrice.
XIII. Teoria celor două reacţii aplicate maşinii sincrone idealizate prin transformare Park-Gorev.
XIV. Maşina comutatoare.
XV. Defectele maşinilor electrice.
XVI. Maşini electrice sincrone speciale.

Capitolul XVI (Maşini electrice sincrone speciale) tratează două tipuri de asemenea maşini: maşina electrică cu circuite imprimate şi maşina sincronă de frecvenţă ridicată 8 000 Hz. Maşinile electrice cu circuite imprimate nu sînt totdeauna maşini sincrone. Adesea, acestea se construiesc şi ca maşini de curent continuu, sau ca maşini sincrone.

Tratarea, în acest volum, a celor două tipuri de maşini sincrone speciale o socotim utilă, atît pentru motivul că cele două tipuri sînt importante şi au aplicaţii industriale intinse, cît şi pentru faptul că ele sînt asimilate de fabricile noastre de maşini electrice.

Capitolele XIV şi XV nu se încadrează propriu-zis în titlul general al lucrării, maşina comutatoare prezentînd unele caracteristici diferite de ale maşinii sincrone, normale, iar capitolul XV (Defectele maşinilor electrice) tratează pe lîngă defectele maşinilor sincrone şi defectele celorlalte tipuri de maşini electrice, maşina de curent continuu, transformatorul, maşina asincronă, tipuri pe care autorul le tratează în volumele I şi II recenzate de noi în anumărul 5/1960 al acestei reviste.

Socotim că este bine şi util faptul că autorul a introdus şi aceste capitole în acest volum, care împreună cu volumele I şi II încheie clasa maşinilor electrice obişnuite. În ceea ce priveşte defectele maşinilor electrice, acestea sînt — în toate tratatele de acest gen — expuse la sfîrşit, şi autorul, acad.

prof. I. S. Gheorghiu, a introdus acest capitol în mod just în ultimul volum. Trebuie considerat că maşina comutatoare face parte din clasa maşinilor obişnuite, aşa că nu poate fi lăsată de o parte.

O parcurgere istorică foarte interesantă a dezvoltării maşinii sincrone, cu arătarea tendinţelor actuale, este făcută de autor în introducere, unde se arată realizările cele mai importante din lume, care, după cum se ştie, sînt cele din U.R.S.S.

În primele opt capitole, după cum se vede în enumerarea făcută mai sus, autorul tratează proprietăţile intrinsece ale maşinii sincrone considerată ca maşină singulară.

În capitolul I (Teoria maşinii sincrone), autorul reia şi completează explicaţiile şi formulele principale date în volumul II partea a III-a (Elemente de bază ale teoriei maşinilor electrice de curent alternativ) şi prezintă teoria cîmpurilor învîrtitoare, sub o formă mai bine legată de funcţionarea maşinii sincrone.

În capitolul IX (Maşina sincronă în exploatare), sînt tratate fenomenele legate de funcţionarea maşinii ca element de reţea, cuprinzînd: cuplarea la reţea, autosincronizarea, mersul în paralel, problemele stabilităţii, ale excitaţiei etc.

Foarte complet sînt tratate aici toate regimurile de funcţionare ale maşinii sincrone cu poli înecaţi şi cu poli aparenţi. Se ştie că, spre deosebire de celelalte tipuri de maşini electrice, problemele legate de reţea ale maşinii sincrone prezintă o importanţă deosebită, ţinînd cont că azi maşina sincronă este elementul de bază al producerii energiei electrice în reţelele electrice care au luat o dezvoltare imensă, depăşind nivelul naţional interesînd grupuri de state.

Încercările maşinilor sincrone nu formează în acest volum un capitol aparte ca în volumele I şi II. În trei capitole din volumul I, sînt expuse principiile şi metodele care stau la baza tuturor încercărilor maşinilor rotative.

În volumul III (Maşini sincrone) sînt tratate, fiecare la locul său, numai acele încercări care sînt specifice maşinii sincrone, cum sînt: determinarea reactanţelor sincrone longitudinale şi transversale, determinarea reactanţei de scăpări şi determinarea reactanţelor directe inverse şi homopolare ale regimului asimetric. Pentru determinarea randamentului într-un paragraf special se arată particularităţile pe care le prezintă determinarea randamentului la maşina sincronă.

Pînă la capitolul XI inclusiv forma de expunere este cea obişnuită, autorul foloseşte operaţiile matematice normale în real şi complex. Un tratat la nivelul actual al tehnicii nu putea lăsa netratate şi nerezolvate problemele moderne cele mai complicate ale maşinii sincrone (şi ale celorlalte maşini electrice şi transformatorului), problemele regimurilor tranzitorii în scurtcircuit.

După ce expune în mod complet şi foarte clar teoria obişnuită a problemei scurtcircuitului la maşina sincronă, autorul reia într-un capitol următor (Teoria dezvoltată a scurtcircuitului în regim tranzitoriu) problemă pe care o tratează la nivelul cel mai înalt, prin cele două metode moderne de investigaţie: metoda Park-Gorev cu transformarea Blondel, şi metoda aplicării directe a calculului operaţional la maşina sincronă cu poli înecaţi.

Recapitulările din disciplina matematicilor pe care autorul le face asupra transformatelor Laplace, Carston, Park-Gorev, Blondel, recapitulări foarte utile pentru înţelegerea pe mai departe a aplicaţiilor acestora la maşinile electrice, sînt atît de bine, simplu şi clar făcute, încît cititorul nu va mai avea deloc nevoie de a mai utiliza vreun alt tratat de specialitate matematică.

Din acest punct de vedere, lucrarea tov. acad. prof. I. S. Gheorghiu este superioară multor tratate străine şi în orice caz mult mai completă.

Felul în care autorul tratează problemele cele mai grele este simplu şi deosebit de clar. Pe nesimţite cititorul îşi dă seama că a reuşit să aprofundeze cele mai dificile elemente fizice şi matematice. Marea experienţă originală a profesorului eminent se resimte la tot pasul.

Dăm ca exemplu ideea expusă de autor la pagina 20, în care se asimilează cîmpul rotitor indus cu o coroană fictivă de poli legaţi cu resoarte de polii rotori. Cît de uşor se pot înţelege de aci fenomenele de pendulaţie, unghiul de sarcină legat de cuplul util etc.!

De asemenea lămuririle clare de felul cum se reprezintă cîmpul rotitor printr-un vector şi mai ales cum se explică aceasta sînt de o mare utilitate pentru adîncirea mai departe a problemelor. Însă, la foarte mulţi autori de tratate de acelaşi gen, acestea fie că sînt neglijate, fie că sînt nesatisfăcător expuse din punct de vedere al uşurinţei înţelegerii.

Şi în această lucrare, ca şi în volumele anterioare, autorul caută şi reuşeşte pe deplin să imprime cît mai concret şi sugestiv fenomenul fizic. Felul de expunere însă nu diminuează cu nimic tratarea la cel mai înalt nivel al teoriei maşinii sincrone.

Tehnica nouă şi punctele moderne de vedere în diferite probleme sînt evidenţiate la tot pasul, ca: tratarea diferitelor reactanţe ale maşinii sincrone în legătură cu scurtcircuitul brusc, problema stabilităţii statice şi dinamice la funcţionarea în paralel (pag. 248), metoda autosincronizării pentru cuplarea alternatorului la reţea (pag. 209) etc. Majoritatea capitolelor sînt urmate de exemple numerice care ajută la înţelegerea fenomenului la aplicarea formulelor şi care furnizează totodată şi aprecieri cantitative asupra unor maşini de importanţă mai mare.

Alte paragrafe sînt urmate de probleme deosebit de necesare atît studentului cît şi practicianului care, în soluţionarea problemelor pe care le ridică practica, au neaparată nevoie de a se familiariza bine cu problemele uzuale. Aşa spre exemplu sînt cele două exerciţii de la paginile 264 şi 265 privind funcţionarea în reţea a alternatorului.

Exemplificarea construcţiei maşinilor sincrone prin două tipuri construite la noi în ţară (la uzinele „Electroputere" — Craiova şi la Reşiţa) este foarte nimerită.

Atacarea de fond — concret şi clar — a problemelor privind maşina sincronă, tratarea în mod complet a tuturor chestiunilor (atît a celor clasice cît şi a celor moderne), înaltul nivel ştiinţific al expunerii (foarte uşor însă de înţeles) ne determină să recomandăm tuturor practicienilor electrotehnicieni şi energeticieni ca această lucrare să nu le lipsească de pe masa de lucru.

În mod deosebit, studenţii găsesc tratate în volumul III toate chestiunile pe care sînt obligaţi să le cunoască conform programei de învăţămînt, şi a căror citire le va uşura înţelegerea profundă a fenomenului şi le va permite atacarea matematică a celor mai complicate fenomene şi probleme.

Redactarea şi tipărirea lucrării sînt foarte bune. Nu sînt de făcut obiecţii, aşa cum am avut de făcut în cazul volumelor I şi II.

Bunea Victor

C. VAZACA: **Analiza şi sinteza sistemelor automate liniare.** Editura Academiei R.P.R., Bucureşti, 1961, 760 pag., 513 fig. 8 planşe, 143 ref., format B5 (17 × 24 cm), cartonat, lei 44,10.

Pentru îndeplinirea importantelor sarcini în domeniul automatizării trasate în documentele de partid, este necesară ridicarea nivelului profesional al inginerilor şi cercetătorilor. Prezentul volum împărtăşeşte din partea unuia dintre cei mai de seamă specialişti ai noştri principiile care stau la baza analizei matematice şi a sintezei, adică a proiectării juste a sistemelor automate. Cum la dezvoltarea teoriei acestor sisteme, electrotehnica şi electronica teoretică au contribuit din plin, prezentul volum interesează nu numai pe specialiştii în automatică ci şi pe electricieni. De aceea, ne permitem a prezenta pe scurt conţinutul volumului şi a face cîteva observaţii.

Materialul este împărţit după o clasificare zecimală perfect consecventă în şapte capitole. Primele două se referă la caracteristicile fundamentale ale sistemelor automate şi la problemele tehnice de bază, respectiv la performanţele şi funcţionarea sistemelor. În definiţii şi terminologie se aplică întocmai STAS 6019-59, fără a se face trimitere la standard. Aici se remarcă atenţia cu care este discutat răspunsul tranzitoriu al sistemelor la excitaţii impulsive.

Capitolul III rezumă noţiunile matematice fundamentale necesare studiului teoretic al automaticii, şi anume teoria funcţiilor de variabilă complexă şi transformatele funcţionale ale lui Laplace şi Fourier. El putea să apară în anexă pentru

a nu întrerupe şirul consideraţiilor direct legate de temă; el are însă avantajul că, utilizînd noţaţiile cunoscute în automatică, face o legătură directă cu capitolele ce urmează (de ex. pag. 109). Credem că mărimile complexe ocupă un loc prea mare în acest capitol (65—97), avînd în vedere că ele sînt destul de bine cunoscute azi.

Interesante pentru electricieni sînt amplele consideraţii privind ecuaţiile diferenţiale ale circuitelor electrice al articolul 332 şi analogiile sistemelor electrice cu cele fizice neelectrice.

Capitolul IV se ocupă cu teoria generală a sistemelor antrenate, cu funcţiile de transfer, schemele bloc şi reprezentările grafice anexe, cu stabilitatea şi criteriile ei clasice. De reţinut sînt consideraţiile ample asupra proprietăţilor funcţiei de transfer şi comparaţia dintre criteriile clasice de stabilitate; de asemenea corelaţiile dintre regimul sinusoidal şi cel tranzitoriu (44) care se reiau şi în continuare. Foarte interesată este aici trecerea din domeniul timpului în domeniul frecvenţelor (443).

Capitolul V se referă la analiza propriu-zisă a sistemelor automate. Clasificarea sistemelor se face după ecuaţiile diferenţiale, respectiv după caracterul funcţiei de transfer. Aci apare oricărui cititor puterea şi eficacitatea transformatiei Laplace în studiul automaticei. Concomitent cu metodele grafo-analitice, foarte utile pentru ingineri, se dau în tabele valorile unor funcţii ce intervin mai des în analiză. Interesante sînt aici corelaţiile între domeniul timpului şi al frecvenţelor (articolele 531—532).

Compensarea sistemelor automate, tratată în capitolul IV, cuprinde de fapt indicaţii principale pentru proiectarea sistemelor automate, deoarece alegerea tipului de compensare (serie sau paralel) şi a clasei de exactitate a ei influenţează categoric performanţele unui sistem dat.

Ultimul şi cel mai lung capitol se referă la sinteza sistemelor automate şi conţine un material preţios, care în lumina capitolelor anterioare se tratează la înalt nivel şi cu competenţă. Metoda locului rădăcinilor, a locului de transfer, a localizării zerourilor şi polurilor, cît şi metodele grafo-analitice de sinteză se expun pe larg şi se compară critic, astfel încît proiectantul poate aprecia care metodă duce mai repede la rezultate şi cu ce aproximaţii.

Materialul se desfăşoară consecvent şi unitar pe un orizont larg. Cititorului nu i se cer de fapt decît cunoştinţele din primii doi ani ai facultăţilor de fizico-matematici sau ai politehnicii. Expunerea are un caracter didactic care nu supără însă, din cauza clarităţii şi a consecvenţei cu care se clădeşte materialul de la noţiunile fundamentale la vîrfurile cele mai înaintate ale cunoştinţelor actuale. Aparatul matematic de nivel înalt nu apare forţat ci se încadrează şi mai natural în consideraţiile fizico-tehnice, de la care porneşte sau la care ajunge analiza şi sinteza.

Prezentarea editorială a cărţii este excelentă, cu toate că se mai pot face observaţii.

Scrierea formulelor şi notaţiilor matematice este conformă cu normele şi cu uzanţele. Literele ronde se puteau înlocui cu altele (de ex. cu aldine). La aşezarea formulelor se putea cîştiga spaţiu.

Unele figuri sînt foarte bine reuşite, ca de exemplu diagrama figurilor 2 12, 5 42 şi 6 39, schema 4 23, nomograma 5 29 pagina 359 şi planşele anexe. Există figuri care nu au fost micşorate suficient (4 75, 5 34, 6 77 etc.).

Volumul n-ar trebuie să lipsească de pe masa proiectanţilor instalaţiilor automate. Electricienii, studenţii, inginerii şi cercetătorii vor avea nu numai o bună ocazie de a-şi completa cunoştinţele teoriei automaticii, inspirată în bună parte de teoria circuitelor electrice, dar vor putea găsi în carte imbolduri şi sugestii pentru cercetări aprofundate.

Dr. Ing. A. Avramescu

Referate

CZ 621.313.236.3.044.62

Influenţa cîmpurilor polilor de comutaţie asupra comportării statice a amplidinei [După Elektrie, *15*, 1961, 5 pag. 161—163, 9 fig.]

Trebuie să se dea o mare atenţie reglajului polilor de comutaţie ai amplidinei. Cîmpul de comutaţie al circuitului de lucru trebuie să fie atît cît permite comutaţia, nul, pentru a nu reprezenta o punere la pămînt suplimentară în serie. Curenţii de scurtcircuit suplimentari produşi din cauza lipsei cîmpului de comutaţie stabilesc întrucîtva cîmpul transversal, dar influenţa lor este redusă. Reglarea polilor de comutaţie ai circuitului transversal este de o deosebită importanţă pentru factorul de amplificare al maşinii. Din cercetările întreprinse rezultă că în circuitul transversal sînt necesari poli de comutaţie. Consideraţiile dinamice pentru mutarea ohmică a polilor de comutaţie din circuitul transversal arată că este necesar ca înfăşurarea polului de comutaţie să fie prevăzută cu prize sau să fie şuntată complex.

A.S.

CZ 621.313.322—82.072.2: 621.315.2.023.3

Probleme cu privire la funcţionarea grupurilor generatoare pe linii şi cabluri de înaltă presiune în gol [După R. Comtat, Bull. ASE, t *52*, 1961, 5, pag. 152—155.]

Se analizează situaţiile în care liniile de înaltă tensiune, racordate la centrele electrice, funcţionează în gol pentru diferite motive cerute de exploatare. Aceste linii constituie capacităţi care nu pot fi neglijate, ceea ce obligă alternatoarele să debiteze curenţi capacitivi. Acestui regim de putere capacitivă îi corespunde un regim de subexcitare al alternatorului, chiar un regim de exitaţie negativă, dacă reactanţa X_1 a liniei este mai mică decît rectanţa micronă longitudinală X_α a alternatorului. Acest regim de excitaţie negativ poate fi menţinut în perfectă stabilitate, fără a supradimensiona alternatorul, dar echipîndu-l cu un regulator de tensiune capabil de a excita negativ maşina un timp foarte scurt. Se descrie o metodă frecvent folosită şi anume echiparea maşinilor cu regulatoare de tensiune cu amplificatoare magnetice. Acest echipament automat permite să se utilizeze zona completă de excitaţie negativă a alternatorului şi de a lucra în mod stabil pînă în vecinătatea punctului periculos $X_c = X_2$. Este prezentat apoi echipamentul unui alternator de 80 MV, care permite funcţionarea acestuia în perfectă stabilitate pe o reţea de 220 kV şi evită apariţia de supratensiuni la bornele maşinii, ca urmare a autoexcitaţiei.

F.T.

CZ 621.314.211

Utilizarea transformatoarelor uscate în instalaţii industriale [După Elektrie, *15*, 1961, 6. pag. 187—189, 5 fig. 2 tab.]

Transformatoarele uscate sînt avantajoase în exploatare dar nu pot fi utilizate peste tot, deoarece actualmente sînt destinate numai pentru încăperi şi reţele de cabluri uscate, şi sînt construite pentru tensiuni pînă la 10 kV. Cînd numărul şi distribuţia transformatoarelor uscate dintr-o hală, precum şi poziţia instalaţiei de înaltă tensiune pentru alimentare sînt determinate, eficacitatea instalaţiei de distribuţie poate fi considerabil mărită. Evoluţia transformatoarelor uscate nu este încă încheiată, şi în R.S.C. se ia în consideraţie, pentru viitorul apropiat, utilizarea tablelor orientate pentru construcţia lor, ceea ce va duce la o nouă micşorare a pierderilor. Se mai intenţionează construirea transformatoarelor uscate pentru încăperi umede şi în execuţie specială pentru cuptoare electrice.

A.S.

CZ 621.315.616.96

Adezivi conductori [După H. Wentzel. Elektrie, *15*, 1961, 2 supl. Elektrofertigung, pag 12—15, 12 fig. 6 ref., 2 tab.]

Conductibilitatea adezivilor ca întărire la rece a fost obținută prin adausuri în diferite cantități de pulberi de argint, cupru, nichel și aluminiu. La rășina epoxi, rășina poliesterică și alte materiale plastice, variația rezistenței la forfecare și a rezistenței electrice prezintă dispersii mari. Rezultatele cele mai bune au fost obținute cu pulbere de nichel carbonil și rășină epoxi. S-a variat presiunea de apăsare, determinîndu-se cea optimă. S-a observat variația rezistenței din cauza îmbătrînirii și a solicitării mecanice. Valorile au fost determinate în funcție de felul și forma pulberii și de mărimea granulelor. Experiențele au fost făcute cu fișii de aluminiu cu suprafața de lipire de 2 cm². Amestecul optim este de 20 părți pulbere fină și nichel la 100 părți rășină apoxi EGK19 sau rășină poliesterică. Rezistența de trecere este circa 10 m Ω/cm², presiunea de apăsare minimă 0,5 kg/cm². La EGK19, conținutul de pulbere metalică mărește rezistența la forfecare cu circa 20%. Se recomandă deci utilizarea imediată a adezivilor conductori.

A.S.

CZ 621.315.622.027.78

Izolatoare ceramice pentru înaltă tensiune [După Deutscher Export — Elektrotechnik, 1961, *13*, pag. 28—30, 5 fig.]

Pentru treceri din cabluri subterane în linii aeriene și pentru intrările în instalațiile de distribuție, s-a pus la punct în R.D.G. un nou tip de cap de calbu din porțelan, care permite terminarea cablurilor fără o înfășurare suplimentară de hîrtie. Volumul de ulei este minim și conductele prin care circulă fiind comune cu cele ale cablului, uleiul se află la potențialul pămîntului. Capul de cablu este mult mai mic și mai ușor. Forma specială a electrodului interior asigură o reducere progresivă a gradientului de tensiune în capul de cablu, care se fabrică pentru 110 și 220 kV. Izolatoarele-capă cu mare rezistență electromecanică, sînt preferate încă, în țările cu pericol mai mic de murdărire, izolatoarelor-bară, care au caracteristici electrice mai bune.

Pentru tipul admis internațional cu diametrul de 254 mm și înălțime de 145 mm se garantează, în special de industria japoneză, o rezistență electromecanică de 11,2 t. În R.D.G. se folosește pentru cape fonta perlitică, iar pentru tijă oțelul tratat. Solicitarea cîmpului electric la locul de îmbinare între materialele conductoare (armătura) și izolant (izolatorul) dă naștere unor perturbații de înaltă frecvență, din cauza ionizării aerului învecinat. Pentru evitarea acestor fenomene se depune pe izolatoare o glazură semiconductoare, prin care se uniformizează trecerea de la conductor la neconductor, trecerea făcîndu-se într-un loc unde cîmpul solicită mai puțin. Aceste glazuri sînt depuse printr-o ardere suplimentară la 1 200—1 300°. Prin acest procedeu, pentru izolatoarele-capă, se evită descărcările pînă la solicitarea maximă dintr-un lanț (U_{ef} = 18 kV), nivelul perturbator de înaltă frecvență coborînd sub 10 μV/m.

A.S.

CZ 621.315.623.55

Izolatoare fasciculare sub influența straturilor străine [După Bernhard, Elektrie *15*, 1961, 4, pag. 116—120, 12 fig. 1 tab., 6 ref.]

Constatările de pînă acum au arătat că metodele de încercare actuale nu sînt încă desăvîrșite și corespund parțial condițiilor practice. De aceea au fost comparate noi construcții de izolatoare fasciculare cu tipurile cunoscute în privința comportării la acțiunea straturilor străine. Murdărirea artificială a fost făcută cu un strat străin de 75% cenușă și 25% ciment în opt cicluri de murdărire, fiecare ciclu cuprinzînd: 1) răcirea izolatorului la 0°C; 2) aburirea izolatorului cu vapori calzi pînă la saturație (formarea picăturilor); 3) murdărirea izolatorului sub tensiune, suflînd 1 h asupra lui 3,6 kg de amestec; 4) o nouă răcire la 0°C; 5) o nouă aburire a izolatorului pînă la saturație; 6) încercarea de tensiune cu înregistrarea mărimilor care acționează asupra stratului străin. În cursul încercărilor cele opt cicluri au fost reduse la patru, căci numai pînă la al patrulea ciclu au putut fi obținute rezultate reproductibile. În prescripții trebuie introdusă o măsurare a conductibilității în timpul încercării de rouă, care influențează stratul străin. La izolatoarele fasciculare, stabilitatea stratului străin depinde de distanța dintre izolatoare: cu cît aceasta este mai mare, cu atît este mai mică posibilitatea amorsării arcului. Fascicolul de trei izolatoare cu diametru mai mic al cercului divizor prezintă un depozit de murdărire mai mare decît fasciculul cu diametru mai mare. Încercările de autocurățire au arătat omogenitatea stratului străin cu porozitate inițială. În special la marginile nodulelor s-a produs o evacuare a murdăriei. Tensiunea de conturnare scade în cursul încercărilor la rouă și la ploaie din cauza saturării stratului străin. Izolatorul-suport gol, care în serviciu prezintă o siguranță de 1 000 ori mai mare, este, din cauza suprafeței lui mari, echivalent cu fasciculele înguste. Mai trebuie stabilit dacă pentru aprecierea stratului străin este hotărîtoare tensiunea de încercare adoptată sau experiența în exploatare.

A.S.

CZ 621.315.2.015.532

Controlul ionizării cablurilor electrice uscate, de medie tensiune, prin „defilare" continuă [După M. P. Salort, RGE, *70* 1961, 2, pag. 83—88, 8 fig.]

Determinarea defecțiunilor din cablurile de înaltă tensiune se face utilizînd încercările clasice de rigiditate (cu posibilitatea de distrugere) și pierderi dielectrice sau apariția fenomenului corona.

Autorul, după ce trece în revistă aceste metode, prezintă o instalație industrială de măsură și control al cablurilor care se rulează; această instalație, măsurînd ionizarea în cablu, permite determinarea cu exactitate a defecțiunilor de fabricație. Locul defectului se stabileste pe baza indicațiilor de pe banda unui aparat înregistrator al gradului de ionizare: banda de înregistrare se mișcă sincron cu cablul, iar la inversarea sensului de mișcare a acestuia printr-un dispozitiv adecvat, ea își menține sensul de mișcare.

Cu ajutorul aparaturii prezentate în lucrare, s-a studiat fenomenul de ionizare stabilind variația acesteia cu temperatura și tensiunea aplicată, Studiile și încercările făcute cu acest aparat au permis să se pună la punct unele procedee de fabricație.

Realizarea este relativ simplă și permite obținerea datelor importante utile industriei constructoare de cabluri.

P.B.

CZ 621.315.687.3.027.78

Capetele cablurilor de foarte înaltă tensiune [După Electr. Tms. *139*, 1961, 23, pag. 901—905, 9 fig, 2 tab,. 15 ref.]

Controlul solicității interne, care este important în capetele cablurilor de foarte înaltă tensiune, poate fi efectuat în trei moduri diferite. Evaluarea costului relativ al acestor trei metode are puțină importanță, întrucît acest preț de cost este o foarte mică fracțiune a costului total al unui capăt izolant. Factorii hotărîtori sînt ușurința construcției și siguranța în funcționare. Gradarea rezistenței poate fi limitată de căldura dezvoltată local în măsură atît de mare, încît să poată deveni problematică posibilitatea folosirii acestui tip de terminale la tensiuni peste 230 kV. Eșalonarea solicitării prin configurația specială a electrozilor a fost aplicată cu succes sistemelor pînă la 330 kV, dar suferă de neajunsul calculelor anevoioase pentru stabilirea parametrilor oricărui tip. Tensiunea cea mai înaltă, căreia i s-a aplicat eșalonarea capacității într-o formă sau alta, este 425 kV și este rațional să se presupună că aplicarea acestui tip de eșalonare a solicitării va predomina cu creșterea tensiunilor de transport. Proiectarea unui capăt avînd o formă de eșalonare a capacității cu două conuri de condensator, prefabricate în serie pentru 275 kV, de tipul descris, a dat rezultate foarte satisfăcătoare. În condiții atmosferice normale, controlul solicitărilor interne într-un izolator corespunzător va fi suficient, dar, dacă este necesar, pot fi adăugate ecrane exterioare pentru netezirea oricărei solicitări externe concentrate. În condiții de murdărire, gradarea corespunzătoare

a rezistenței externe s-a găsit satisfăcătoare. Împreună cu o proiectare electrică serioasă, trebuie asigurată o execuție controlată îngrijit pentru a asigura la fața locului completa vidare și impregnare a unui capăt de cablu de foarte înaltă tensiune.

A.S.

CZ 621.316.99.001.24

Noi puncte de vedere pentru dimensionarea prizelor de pămînt de protecție [După G. Szomjas, Elektrie, *15*, 1961, 6, pag. 189—191, 6 fig.]

Utilizarea relației $r_s I_a = 65$ V (r_s — rezistența prizei de pămînt de protecție, I_a — curentul de cupru al siguranței fuzibile respective), pentru dimensionarea prizei de pămînt de protecție nu oferă totdeauna o protecție suficientă. În unele cazuri nu există chiar nici o protecție, deși aparent s-a dimensionat corect. La aparatele curente trebuie respectate următoarele recomandări: 1) la sarcină ohmică relația oferă o protecție corespunzătoare; 2) la un motor trifazic în scurtcircuit, curentul ce trece prin fuzibil este cu 5—30% mai mic decît curentul care trece prin pămîntul de protecție. De aceea nu se recomandă utilizarea relației. Abaterea dintre valoarea calculată și cea reală nu este prea mare și calcularea fiecărui caz în parte este anevoioasă, ceea ce se poate evita introducînd un factor mediu de corecție, $x = 0{,}75$; 3) la un transformator ec. (1) este complet eronată. La un transformator legat între fază și nul se poate întîmpla ca prin fuzibil să curgă numai 30% din curentul calculat după formulă. Deci fuzibilul nu se topește și există în permanență o tensiune periculoasă. Aceasta înseamnă că protecția împotriva atingerii a unui asemenea transformator cu pămînt de protecție este greu rezolvabilă sau chiar nerezolvabilă la un număr de cazuri. La un transformator legat între două fize există o situație similară, aici factorul de corecție putînd fi $x = 0{,}5 \ldots 1$. În cazul legării la nul, cele de mai sus rămîn valabile, dar în măsură mai mică.

A.S.

CZ 621.316.932.025

Despre stingerea arcului în curent alternativ la viteze de rupere mici ale pieselor de contact [După H. Berndt, Elektrie *15*, 1961, 6, pag. 124—128, 6 fig., 1 tab., 23 ref.]

Prin utilizarea relației lui Ayrton în formă simplificată

$$u_B = \alpha + \beta l + \frac{\gamma + \delta l}{i}$$

(u_B — căderea la tensiune a arcului; α, β, γ, δ — constante de material și constructive ale arcului; l — lungimea arcului; i — curentul), se stabilesc ecuații care permit calcularea curentului și lucrului arcului în circuite de curent alternativ pentru viteze de rupere ale contactelor obișnuite din aparatajul de joasă tensiune. Experiențele au arătat că la sarcină ohmică viteza de rupere a contactelor de cupru pînă la 50 A și de argint pînă la 200 A este $v_{min} = 3$ cm s^{-1} la 550 V. Deasupra acestor curenți s-au format între contacte punți de material, care au necesitat o mărire a vitezei de rupere. La sarcina inductivă și 550 V, stingerea naturală a arcului cu aceeași viteză de 3 cm s^{-1}, ca la sarcină ohmică, este posibilă pentru contacte de cupru pînă la 70 A și de argint pînă la 100 A. Mărind curentul din cauza deionizării insuficiente, se produc reaprinderi întîi parțiale, apoi continue. Pentru a obține accelerarea deionizării arcului la sarcină inductivă pentru curenți mai mari, printr-o viteză de rupere corespunzătoare a contactelor, s-ar ajunge la viteze neobișnuite în aparatajul de joasă tensiune. În felul acesta, pentru piesele de contact din cupru la curenți de circa 70 A și de argint la circa 100 A, s-a atins limita stingerii naturale a arcului în curent alternativ pentru joasă tensiune pînă la 550 V. Nu este de așteptat ca această limită să fie mult influențată prin modificarea dimensiunilor pieselor de contact.

A. S.

CZ 621.317.38: 621.316.57

Măsurarea rigidității electrice în întreruptoarele cu aer comprimat [După V. Huša și J. Cihelka, Elektrotechnik und Maschinenbau, *78*, 1961, 8, pag. 281 — 285, 15 fig. 3 ref.]

În introducerea articolului, autorii prezintă schemele echivalente de încercare, schema principială de măsură și diferite moduri de variație a tensiunilor de restabilire în cazul încercării întreruptoarelor cu aer comprimat. În continuare se arată măsurătorile efectuate cu ajutorul metodei directe a trecerii prin zero a curentului și exactitatea măsurătorilor cu ajutorul tensiunilor luate pe una sau pe mai multe camere de întreruptor luate în serie. Măsurătorile efectuate sînt reprezentate prin oscilogramele și curbele obținute, autorii insistînd asupra valorificării acestora în analizarea întreruptoarelor de fabricație cehă CP 405/22—600.

Măsurarea rigidității la întreruptoarele cu aer comprimat reprezintă o adîncire a problematicii stingerii; cunoașterea rigidității pentru diferiți curenți de scurtcircuit, pentru o variație în timp cunoscută a tensiunii de restabilire, face posibilă evaluarea limitei puterii de deconectare și ca atare permite alegerea corectă a întreruptorului pentru diferite puncte din rețea.

Cunoscînd rigiditatea dielectrică (variația ei în timp) și forma tensiunii de restabilire, se pot face aprecieri utile asupra modului de utilizare a întreruptoarelor și a performanțelor pe care trebuie să le asigure acestea.

P.B.

CZ 621.3.027.3/.317.35: 519.24

O metodă simplificată de evaluare pentru curbe de frecvență [După O. Hoppadietz, Elektrie *15*, 1961, 2, pag. 66-68, 8 diagr., 6 ref.]

La măsurarea proprietăților materialelor electroizolante apare o dispersie considerabilă a diferitelor rezultate măsurate. Întrucît în ultima vreme cercetarea pe baze statistice a acestor rezultate a luat o mare amploare, folosirea unei metode simplificate de evaluare a devenit necesară. În articolul de față se descrie o metodă simplificată de evaluare pentru descompunerea distribuțiilor mixte formate din mai multe colective parțiale cu distribuții normale. În acest procedeu se suprimă reprezentarea multiplă a sumelor frecvenței. Demonstrația faptului dacă colectivele parțiale sînt distribuții normale se face pe curba de frecvență cu ajutorul poziției asimptotelor la distribuția normală în formă de hiperbolă. Mai întîi se compară mărimea valorii de vîrf cu punctul de intersecție a asimptotelor și apoi se determină alte puncte ale curbei la vîrf. Valorile importante pentru evaluare ale dispersiei σ și ale conținutului relativ V ale fiecărui colectiv parțial pot fi luate direct din diagrame în funcție de valoarea de vîrf și de lățimea colectivului parțial la frecvența 1%.

A.S.

CZ 621.317.333.6.015.532

Metodă pentru măsurarea rezistențelor electrice mari cu ajutorul unei camere de ionizare [După D. Blanc, E. Fort, R. Lacoste, E. Lagasse J. Physique Rad. *22*, 1961, 2, supl. Phys. appl., pag. 35 A—38 A, 6 fig., 3 ref.]

O cameră de ionizare utilizată ca sursă de curent permite măsurarea precisă a rezistențelor electrice mari. În articol se arată folosirea practică a acestui procedeu. Metoda cea mai simplă este menținerea constantă a tensiunii aplicate pe ansamblul circuitului; rezistențele nu sînt măsurabile decît dacă ele sînt mici față de rezistența internă a camerei: pentru o rezistență internă de 10^{16} ohmi, limita este de ordinul 4 : 10^{14} ohmi. Este mai interesantă menținerea constantă, prin compensare, a tensiunii între electrozii camerei: în acest caz nu mai este de temut o scădere importantă a curentului de ionizare și singura limită practică este dată de valoarea maximă pe care o poate suporta rezistența măsurată, valoare impusă de curentul debitat de sursă. Această metodă a fost aplicată la studiul diferiților izolanți în foi subțiri, mai ales mice.

A.S

CZ 621.317.42 : 538.632

Folosirea efectului Hall pentru cercetarea caracteristicilor miezurilor din materiale feromagnetice [După V. S. Andreev, Memazurov, I. N. Prudnikov Izmeritelnaia tehnika 1961, nr. 7, pag. 36—37, 6 ref.]

Se tratează problema cercetării caracteristicilor magnetice a probelor cu circuitul magnetic închis și a acelora cu întrefier folosind curentul continuu, la un timp mare. Astfel, studierea se făcea cu ajutorul oscilografului sau al ferometrului, iar măsurarea directă a indicației în intervalul de aer nu se putea face cu aparate precise.

Noi posibilități în această direcție apar în legătură cu folosirea efectului Hall, și anume prin introducerea unui generator Hall în întrefierul materialului de studiat. Dependența f.e.m. Hall, la ieșirea generatorului, de curentul din înfășurarea de magnetizare a miezului va fi identic reflectată de dependența dintre inducția B și intensitatea cîmpului magnetic H, fenomen ce se poate observa la un oscilograf.

Metoda poate fi folosită la cercetarea materialelor feromagnetice avînd formă de miez cu întrefier, în care se pot plasa generatoare Hall. Pentru circuite magnetice de formă mai complicată, se indică modul de lucru, ca și ridicarea caracteristicilor.

Ca o consecință a faptului că generatoarele Hall sînt elemente practic fără inerție, metoda se poate folosi pentru determinarea curbelor de magnetizare pînă la frecvențe înalte.

Fl. T.

CZ 621.317.733.2

Punți procentuale de comparare a capacității [După M. I. Dobrovinskaia, Izmeritelnaia tehnika, 1961, nr.7, pag. 41—43].

Se prezintă un aparat destinat pentru determinarea abaterii capacității de la valoarea nominală, ca și pentru măsurarea tg δ, care oferă o bună precizie: astfel, limitele de măsură a abaterii capacității exemplarului încercat față de valoarea nominală sînt de $0 \pm 20\%$, iar limitele de măsură a tg δ, $0 - 1{,}8\%$. Punțile sînt calculate pentru a lucra în orice regim, echilibrat sau dezechilibrat, fără a da erori mari. De exemplu, la puntea MKEP, eroarea maximă la măsura abaterii capacității este de $\pm$ 0,1 % în cazul în care puntea este echilibrată și $\pm$ 0,5 în cazul dezechilibrării punții. Alimentarea punților se face de la un generator stabilizat cu frecvențe pînă 1 000 Hz și care are tensiunea de ieșire reglabilă de 0—20 V. Ca indicator al punții se folosește un indicator electronic cu spot. Aparatele pot lucra la temperaturi ale mediului ambiant 15—35°C și la o umiditate a aerului de cel mult 80 %. Se descriu schemele folosite la construcția fiecărui aparat, arătîndu-se că, datorită preciziei și ușurinței în manipulare, aparatele cîștigă o largă răspîndire în producție.

Fl. T.

CZ 621.317.333.4 : 621.315.2

Localizarea defectelor în cabluri prin metoda impulsurilor reflectate [După H. Roschlau, El. Wirtschaft, **60**, 1961, 5, pag. 131—138, 16 fig. 7 ref.]

Metoda utilizării impulsurilor reflectate pentru localizarea defectelor nu numai că atinge o mare precizie, dar oferă posibilitatea detectării stării cablului respectiv, arată locul și oarecum gradul defectelor în formare. Metoda permite de asemenea să se stabilească natura defectului, deoarece indicațiile sînt independente de curentul de scurgere.

În articol se prezintă baza teoretică a metodicii de determinare și apoi se fac considerații asupra procedeului de obținere a unui timp de măsură exact. Printre procedeele utilizate se amintesc: acel cu decalor de fază, cu divizor de frecvență, cu conexiuni cu miez de ferită etc. Se fac, de asemenea, considerații asupra compensării impulsului de măsură și se prezintă schemele corespunzătoare.

P.B.

CZ 621.317.772 : 681.11

Instalație experimentală pentru producerea și măsurarea micilor intervale de timp [După D. M. Makovski, Izmeritelnaia tehnika, 1961, nr 6, pag. 14 — 16, 3 ref.]

Se prezintă o instalație care permite să se reproducă intervale de timp de la 1μs pînă la 1 s și măsura lor de la 1μs pînă la 100 s. Instalația cuprinde două cronometre electronice, un generator de cuarț, blocuri pentru condensatoare și alimentare. La măsura intervalelor de timp de la 1μs pînă la 100 s, eroarea vanometrelor este: la alimentarea frecvenței înalte de la un generator etalon $\pm$ 0,000001 + 1μs, iar la alimentarea de la generatorul de cuarț cuprins în instalație, 0,002 % + 1μ s. Pornind de la schema-bloc, se descrie funcționarea fiecărei părți, piesele ce intră în componența lor și elementele de proiectare.

Fl. T.

CZ 621.317.772.783

Măsura puterii reactive și a cos φ în circuite cu curenți și tensiuni nesinusoidale [După P. B. Usatin, Izmeritelnaia tehnika, 1961, nr. 6, pag. 38—41, 6 ref.]

Măsura puterii active se face relativ ușor folosindu-se o serie largă de watmetre electrodinamice sau termoelectrice. Dificultăți mai mari apar în cazul măsurării puterii în circuite în care curentul și tensiunea se abat de la forme sinusoidale. Pentru determinarea formulelor de calcul, autorul definește noțiunile de curent nesinusoidal, tensiune și putere nesinusoidală.

Se prezintă apoi o metodă de măsurare care poate fi folosită atît pentru măsura directă a puterii și a cos φ în circuitele monofazice de curent alternativ, ca și pentru verificarea și gradarea wattmetrelor și fazmetrelor. Wattmetrul diferențial se folosește cu succes în metodele de gradare și verificare a fazmetrelor trifazice cu două circuite de tensiune și a fazmetrelor cu două circuite de curent.

Fl. T.

CZ 621.317.784 : 537.321

Despre modul de compensare a consumului propriu la termowatmetre [După A. I. Bezikovici și D. I. Zorin, Izmeritelnaia tehnika, 1961, nr. 8, pag. 31—35, 2 ref.]

Pentru înlăturarea erorii care ia naștere din cauza consumului propriu al watmetrelor de măsura puterii în sarcină, în literatură se propun diferite scheme care pot înlătura acest neajuns. Realizarea unui watmetru la care, cu ajutorul unei scheme speciale, este posibilă micșorarea erorii prezintă interes. Performanțele aparatului realizat de autor nu sînt influențate de caracteristicile tensiune-curent, cum se întîmplă la schemele lui Bader; de asemenea, schema propusă duce la o scădere importantă a erorii de temperatură. După ce se prezintă schemele aparatelor, se studiază analitic fenomenele, găsindu-se expresii matematice pentru rezolvarea circuitului, calculul rezistenței șunturilor etc. Se arată modul de calibrare a aparatului, indicîndu-se și situațiile deosebite în care se poate lucra. Astfel, termowatmetrul prezentat poate fi folosit nu numai pentru măsurararea puterii la bornele de intrare a sarcinii, ci și la bornele de ieșire a generatorului, prin simpla schimbare a unor cleme. Verificările făcute asupra aparatelor au arătat că eroarea termowatmetrelor se reduce, ajungînd să nu depășească 1 %.

Fl. T.

CZ 621.319.51.015.5

Tensiunea inițială și tensiunea de străpungere a eclatoarelor multiple [După H. Marcinkowski, Elektrie **15** 1961, 2, pag. 60—64, 11 fig., 1 ref.]

Se calculează tensiunea inițială a unui eclator multiplu din repartiția tensiunii și tensiunea inițială a eclatoarelor parțiale. În cîmpul omogen al eclatoarelor parțiale descărcarea începe să pătrundă în eclatorul multiplu la atingerea tensiunii inițiale. Numai dacă tensiunea din capul acestei descărcări scade sub tensiunea inițială a eclatorului multiplu

scurtat (căderi de tensiune, sarcină limitată), tensiunea de străpungere este mai mare decît tensiunea inițială. În cîmpul neomogen al eclatoarelor parțiale, descărcarea începe să pătrundă în eclatorul multiplu abia la așa-numita tensiune de scînteiere. Tensiunea de străpungere este mai mare decît tensiunea de scînteiere numai atunci cînd tensiunea din capul acestei descărcări scade sub tensiunea de scînteiere a eclatorului scurtat. Atît la cîmpul omogen cît și cel neomogen al eclatoarelor parțiale, peste un anumit număr de eclatoare parțiale, tensiunea de străpungere diferă de tensiunea inițială și de tensiunea de scîntei. Cu cît repartiția tensiunii este mai puțin liniară, cu atît este mai mic numărul eclatoarelor parțiale la care se produce această abatere. În domeniul acestei abateri rezultă, de exemplu, pentru panta străpungere a unui eclator multiplu cu cîmp neomogen al eclatoarelor parțiale și repartiție foarte neliniară a tensiunii, valori de 1 kV/cm pentru tensiune alternativă și 0,7 kV/cm pentru tensiune de șoc (unde 1/50).

S. A.

Cronică

Vizita în țară a inginerului George Constantinescu

În ziua de 8 septembrie 1961, la invitația Academiei R.P.R., a sosit în țară marele inginer — inventator și remarcabil om de știință — George Constantinescu. Oaspetele a fost primit de către Biroul Prezidiului Academiei R.P.R. și invitat să facă o călătorie de informare în țară, pentru cunoașterea profundelor transformări și progrese realizate în anii de după război în țara noastră. Itinerariul a cuprins vizitarea regiunii Constanța cu stațiunile balneare-maritime, Cetatea Histria și Craiova — orașul natal al inginerului George Constantinescu. Au fost vizitate diferite întreprinderi industriale din Timișoara, Combinatul Metalurgic-Reșița și orașul oțelului—Hunedoara. Au fost vizitate, de asemenea, uzinele de tractoare „Ernst Thälman" din Brașov, barajul de la Bicaz și Uzina hidroelectrică „V. I. Lenin", „Laminorul" de la Roman, Fabrica de rulmenți de la Bîrlad etc. Inginerul George Constantinescu a revăzut aici două poduri de beton armat, proiectate și construite de dînsul în anii 1906—1908. La Sinaia, a fost vizitată întreprinderea „I. C. Frimu", unde se construiesc injectoare după brevetul marelui inventator. În declarațiile făcute după această călătorie, inginerul George Constantinescu și-a exprimat profunda admirație pentru progresele mari realizate în economia țării noastre.

În ziua de 3 octombrie 1961, inginerul George Constantinescu a fost declarat, în ședința festivă a Consiliului științific, „Doctor honoris causa" al Institutului politehnic-București, pe care l-a absolvit ca șef de promoție, cu cea mai mare medie, în anul 1904. În cuvîntul său, tovarășul profesor L. Stoicescu a trecut în revistă meritele tehnice și științifice deosebite ale sărbătoritului, între altele introducerea primelor construcții de beton armat în țara noastră, descoperirea și dezvoltarea „sonicității" — ramură a hidraulicii — care are analogii adînci cu teoria curenților alternativi și ale cărei aplicații importante au fost automatizarea sonică a tragerii mitralierei prin palele elicei avioanelor, convertorul de viteză sonică, transmisia sonică la ciocanele din mine și pe locomotive cu motor Diesel.

Invențiile inginerului George Constantinescu se caracterizează prin îmbinarea teoriei fizice cu construcțiile inginerești, prin propuneri noi, temerare, pentru care autorul elabora o bază teoretică și construia modele experimentale și apoi prototipuri pe care le încerca perseverent. De aceea, inginerul George Constantinescu este considerat azi ca fiind — simultan — unul dintre cei mai de seamă ingineri, oameni de știință și inventatori. Tovarășul profesor C. Dinculescu, rectorul Institutului politehnic-București, a înmînat apoi sărbătoritului diploma de „Doctor honoris causa".

Cu prilejul sărbătoririi — în ziua de 4 octombrie 1961 — a celei de-a 80-a aniversări a inginerului George Constantinescu, a avut loc o ședință festivă în aula Academiei R.P.R. După cuvintele calde de bun venit rostite de Academicianul profesor I. S. Gheorghiu, Vicepreședintele Academiei R.P.R., tovarășul profesor Remus Răduleț — membru corespondent al Academiei — a ilustrat viața sărbătoritului, — viață bogată în evenimente de seamă, succese, decepții și lupte; căutînd să rezume meritele sale științifice, vorbitorul a subliniat lupta omului de știință împotriva prejudecăților științifice (ca, de exemplu, incompresibilitatea apei), apoi descoperirea — prin metoda analogiei — a unor noi relații și domenii în științe și, în sfîrșit, urmărirea noilor fenomene prin dezvoltarea unor teorii care să scoată în evidență particularitățile ce coincid și cele ce nu coincid în domeniile analoge. Astfel, George Constantinescu a reușit să descopere cavitația sonică și efectul sonico-termic, adică transformarea energiei sonice în energie termică.

În cele două cuvîntări de răspuns și de mulțumire, ținute la Institutul politehnic-București și la Academia R.P.R., inginerul George Constantinescu a arătat unele puncte de plecare care au dus la descoperiri importante. Transmiterea energiei sonice în fluierele unei orgi a inspirat transmisia „sonică" prin conducte umplute cu lichid (apă), în care coloana de apă este pusă la un capăt în oscilații, la celălalt capăt colectîndu-se energia oscilatorie și transformîndu-se în energie mecanică (cuplu) sau termică. Analogia teoriei transmisiei sonice cu cea a transmisiei pe linii parcurse de curenți alternativi a generat rezolvarea unor probleme sonice diferite, făcînd apel la soluțiile corespunzătoare din teoria circuitelor electrice. Astfel, au fost descoperite — pe rînd — rezistența, reactanța și capacitanța sonică, iar combinațiile acestor elemente au permis, de exemplu, eliminarea reflexiei undelor sonice, care deseori zădărnicea funcționarea corectă a aparatelor și circuitelor sonice.

Inginerul George Constantinescu, exprimîndu-și mulțumirile pentru invitația de a vizita țara și pentru înalta distincție ce i s-a conferit, a urat colegilor săi noi succese pentru realizarea visului — mult așteptat — al generației sale: punerea în valoare a bogățiilor imense — materiale și spirituale — ale țării, pentru bunăstarea și fericirea poporului romîn.

Cîteva zile după această ședință, inginerul George Constantinescu și soția sa au părăsit țara pentru a se reîntoarce în Anglia, unde s-a stabilit de peste patru decenii și unde își continuă activitatea de cercetare, pe care i-o dorim cît mai fructuoasă.

Dr. ing. A. Avramescu

INGINERI și TEHNICIENI

Abonați-vă pe anul 1962

la revistele tehnice de specialitate, elaborate de Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor în colaborare cu departamentele economice de resort. Revistele contribuie la ridicarea nivelului pregătirii profesionale a cadrelor tehnice din producție, învățământ, cercetare și proiectare prin publicarea de articole și note privind ultimele realizări obținute în științele tehnice din țară și străinătate.

Apar:

AUTOMATICA ȘI ELECTRONICA	PETROL ȘI GAZE
CELULOZĂ ȘI HÎRTIE	REVISTA DE CHIMIE
ELECTROTEHNICA	INDUSTRIA ALIMENTARĂ produse animale
ENERGETICA	INDUSTRIA ALIMENTARĂ produse vegetale
HIDROTEHNICA	REVISTA MINELOR
INDUSTRIA LEMNULUI	REVISTA PĂDURILOR
INDUSTRIA TEXTILĂ	REVISTA TRANSPORTURILOR
INDUSTRIA UȘOARĂ	TELECOMUNICAȚII
METALURGIA ȘI CONSTRUCȚIA DE MAȘINI	

și GAZETA „TEHNICA NOUĂ"

Costul unui abonament anual pentru ingineri și tehnicieni: Metalurgia și Construcția de Mașini 48 lei; celelalte reviste 30 lei; Gazeta „Tehnica Nouă" 26 lei; pentru biblioteci, instituții, cabinete tehnice etc. 100 lei la oricare revistă și 26 lei la gazeta „Tehnica Nouă". Plata se face prin cont virament nr. 070124 B.R.P.R. Filiala I. V. Stalin sau la casieria noastră, București, str. Ion Ghica nr. 3, et. I, Raionul T. Vladimirescu

LEXICONUL TEHNIC ROMÎN

O lucrare enciclopedică în domeniul tehnicii şi al ştiinţelor ei de bază

Dezvoltarea economiei noastre naţionale datorită avîntului industriei, al tehnicii, cere oamenilor muncii să-şi ridice necontenit nivelul profesional, să-şi lărgească continuu sfera de cunoştinţe tehnice, pentru a contribui din plin la creşterea şi perfecţionarea neîntreruptă a producţiei socialiste, pe baza tehnicii celei mai înalte.

Răspunzînd acestei necesităţi şi aplicînd în practică directivele partidului şi guvernului, Editura tehnică a tipărit între anii 1949—1956 prima ediţie a Lexiconului Tehnic Romîn, elaborat de Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din Republica Populară Romînă (ASIT).

La realizarea acestei lucrări au contribuit cîteva sute de colaboratori-academicieni, membri corespondenţi ai Academiei R.P.R. doctori în ştiinţe, cadre universitare dintre cele mai calificate, ingineri şi tehnicieni care activează nemijlocit în aproape toate ramurile industriale, laureaţi ai Premiului de Stat etc.

Lexiconul Tehnic Romîn ediţia I a apărut în şapte volume cuprinzînd 48 763 de termeni directori cu toate subdiviziunile lor şi circa 6 500 figuri.

Apariţia numeroaselor ramuri noi ale producţiei, dezvoltarea rapidă pe care a luat-o tehnica în ultimii ani şi creşterea numărului celor care folosesc tehnica, cît şi precizările făcute în multe domenii ale terminologiei tehnice de către Academia R.P.R. şi Oficiul de Stat pentru Standarde, au dus la publicarea noii elaborări a acestei lucrări.

Noua ediţie a Lexiconului Tehnic Romîn este elaborată de un colectiv mai lărgit al ASIT.

Concepută în 16 volume noua elaborare cuprinde un vast material documentar din 70 de discipline de bază şi va prezenta în circa 10 000 de pagini, 70 000 de termeni directori şi aproximativ 17 000 de figuri.

În noua lui formă, Lexiconul reflectă nivelul înalt la care s-a ridicat capacitatea de cercetare, de proiectare şi de producţie din ţara noastră, sub impulsul industrializării socialiste a ţării şi a cuceririlor noi, romîneşti şi mondiale, ale ştiinţei.

Noua ediţie a Lexiconului Tehnic Romîn cuprinde o informare tehnică mai amplă, atît în ceea ce priveşte numărul de termeni trataţi cît şi întinderea şi profunzimea fiecărui text explicativ, bazată pe progresul tehnicii şi al ştiinţei. Numărul de discipline s-a mărit, cuprinzînd ramuri noi ca : Pedologia, Televiziunea, Plasticitatea, Fizica atomică nucleară etc.

S-au introdus mulţi termeni noi, ca : Acoperire, Adaos, Metalurgie, Aerofar, Automatizare, Aeromagnetometrie, Bureză, Calculator electronic etc.

S-a realizat o ordonare mai sistematică a materialului şi o unificare a terminologiei tehnice şi ştiinţifice, de comun acord cu lucrările lexicografice ale Academiei R.P.R. şi cu Oficiul de Stat pentru Standarde.

Aspectul grafic al lucrării a fost schimbat. S-a folosit formatul mare Z5—205/265 mm cu un număr mai mare de semne tipografice pe pagină, cu o ilustraţie bogată şi pe hîrtie velină.

Pînă în prezent au apărut primele opt volume ale noii ediţii a Lexiconului Tehnic Romîn, totalizînd 4 947 de pagini, circa 26 974 de termeni directori, 7 742 de termeni secundari explicaţi în text şi 9 606 de figuri.

Următoarele opt volume (vol. IX—XVI) vor apare în anii 1961—1964, cuprinzînd literele H—Z, iar preţul fiecărui volum va fi de 100 lei.

Noua elaborare a Lexiconului Tehnic Romîn va intra în tezaurul culturii ca un bun social şi va deveni un îndrumător preţios pentru ingineri, tehnicieni, cercetători, cadre didactice, militari, studenţi şi muncitorii cu un nivel mai ridicat.

SOMMAIRE

CZ 621.313.32.045.7.621.3.017.7

Nicolaide A. : **La dispersion différentielle des cages d'amortissement des machines synchrones.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 417–423

Dans l'article on traite du calcul des réactances des dispersions différentielles au cas des cages d'amortissement des machines synchrones et l'on examine tant le cas du rotor en mouvement que le cas statique. On montre que les données de la littérature ayant trait à ce sujet sont insuffisantes. On fait une étude détaillée du problème de la détermination des dispersions différentielles, compte tenu de l'hétérogénéité de l'entrefer, de la présence des espaces interpolaires et de la répartition des barres. On établit une série de formules de calcul et l'on donne des tableaux qui facilitent la détermination des coefficients des dispersions longitudinales et transversales pour la majorité des situations qu'on rencontre dans la pratique.

CZ 621.313.33.017.6

Nedelcu V. : **Pertes supplémentaires en charge dans les machines asynchrones.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 423–432

Fondé sur les travaux parus ces dernières années dans la littérature de spécialité, l'auteur met en vedette les aspects essentiels du problème des pertes supplémentaires en charge, spécialement dans les machines asynchrones au rotor en court-circuit. On expose les résultats des essais effectués dans le laboratoire de machines électriques de l'Institut Polytechnique de Bucarest.

CZ 621.314.223.001.57

Hortopan Gh. et *Văscan T.* : **La pratique du modelage des transformateurs.**

Electrotehnica, **9** (1961) 12, 432–439

On a effectué le modelage d'un autotransformateur de 60 MVA ; 110/110 kV ± 20%. On a fait des essais à onde pleine sur modèle et original et à onde coupée, sur modèle. Les oscillogrammes obtenus ont rendu possible la détermination de la sollicitation de l'isolation et ont montré la nécessité de protéger le commutateur à l'aide d'un déchargeur à résistance variable.

CZ 621.316.923.1.001.6

Predoiu A. : **Aspects évolutifs et tendances nouvelles dans la construction des fusibles à basse tension.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 439–446

On présente les tendances et les nouvelles considérations constructives qui interviennent dans le développement des fusibles à filet, en vue de leur typisation et fabrication à grande échelle. On soumet à un examen détaillé certaines particularités de construction des culots, des bouchons fusibles et des pièces de contact calibrés non-interchangeables. Dans la conclusion, les auteurs, fondés sur l'expérience acquise à l'entreprise ,,Electroaparataj'', font voir les avantages des joints élastiques agrafés qui évitent les orifices et les filetages, et ils analysent les conditions imposées aux pièces métalliques et en porcelaine en vue d'une fabrication en grande série.

NOTES, 446–448

COMPTES-RENDUS, 448–450

DOCUMENTATION, 450–454

CHRONIQUE, 454

CONTENTS

DC. 621.313.32.045.7.621.3.017.7

Nicolaide A. : **The differential dispersion of the damping cages of synchronous machines**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 417–423

This paper deals with the reactance calculus of the differential leakages in the damping cages of synchronous machines discussing both cases of the rotor in motion or static.

It is shown that the data furnished by the literature are not satisfactory. The problem of differential leakage determination is being studied in detail taking into account the non-uniformity of the air-gap, the pressure of the interpolar spaces and the bar distribution.

Several calculation formulae are being established and some tables suggested to easily determine the coefficients of the longitudinal and transverse differential leakage applicable to most practical cases.

D.C. 621.313.33.017.6.

Nedelcu V. : **Additional losses during load running of asynchronous machines.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 423–432

Based on different works known from the literature published during the last years, the author stresses the essential aspects of the problem of additional losses occurring during load running, eespecially in asynchronous machines with the rotor in short circuit. The results are given of tests carried out within the framework of the Electric Machine Laboratory of the Bucharest Polytechnical Institute.

D.C. 621.314.223.001.57

Hortopan Gh. and *Văscan T.* : **The practice of transformer modelling.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 432–439

The modelling of a 60 MVA :110/110 kV±20% autotransformer has been performed. Tests with full wave on model and original have been conducted as well as tests with chopped wave on model. The oscillograms obtained have enabled the determination of insulation stresses and shown the necessity of protecting the change — over switch by means of a discharger of variable resistance.

D.C. 621.316.923.1.001.6

Predoiu A. : **Some aspects concerning the evolution and new trends in the construction of low tension fusible cut-outs.**

Electrotehnica **9** (1961) 12, 439–446

The new trends and construction considerations associated with the development of fusible screw cut-outs in view of their typification and mass production are being presented. Some constructive peculiarities of caps, plugs and calibrated non-interchangeable contact pieces are being examined. Based on the experience won by the ,,Electroaparataj'' enterprise, the advantages are shown of the capsuled elastic joint which avoids holes and screw cuttings as well as the conditions required from the metallic and porcellain pieces in view of launching their mass production.

NOTES, 446–448

REVIEWS, 448–450

DOCUMENTATION, 450–454

CHRONICLE, 454

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA 1883

TITLURI DOCUMENTARE

621.313 MAȘINI ELECTRICE

CZ 621.313.12.072.2

Laible Th.

Considerații fundamentale asupra problemei de reglaj al tensiunii generatoarelor, Bull. A.S.E. **52** 1961, pag. 114—120, 15 fig.

CZ 621.313.2.047

Kunio Hayashi și *Masamoto Haito*

Analizarea curbei de comutare a mașinilor de curent continuu, J. Inst. elect. Engrs. Japan **79**, 1959, pag. 1137—1145, 32 fig., 2 tab.

CZ 621.313.333

Kopilov P. I.

Motorul asincron cu magnet, Vestnik. Elektropromîșlennost **32**, 1961, 3, pag. 39—43, 5 fig., 5 ref.

CZ 621.313.3.016.37 : 621.3.06

Tittel J.

Montaje pentru demarajul mașinilor asincrone și sincrone fără întreruperea curentului, E. uM. **78**, 1961, pag. 163—171, 4 fig. 2 tab.

CZ 621.313.333 : 621.375.3-531.6

Kratz P.

Comanda și reglarea motoarelor asincrone prin traductoare, Elektrotechn. Z. (ETZ. B) **13**, 1961, 1 pag. 1—7, 11 fig., 13 ref.

CZ 621.313.333.07

Sequenz H.

Mașini de inducție de execuție specială, E. u.M. **78**, 1961, pag., 156—163, 21 fig.

621.314 TRANSFORMATOARE

CZ 621.314.2 : 621.316.313

Vales J., Kopecek J. și *Hrbek B.*

Model de transformator de foarte înaltă tensiune cu izolație de hîrtie în ulei și încercarea acestui model, Elektrotechnicky Obzor, **49**, 1960, 7, pag. 350—355, 10 fig.

CZ 621.314.212.048

Broszat Gottfried

Metode pentru determinarea dimensiunilor de izolație a transformatoarelor, Elektrotechn. Z. (E.T.Z.A) **82**, 1961, pag. 129—135, 12 fig.

CZ 621.314.224.8.015.3

Ghelfand Ia. S.

Metodă aproximativă de calcul al supratensiunilor din bobinele secundare ale transformatoarelor de curent, Elektricestvo **81**, 1961, 6, pag. 66—71, 6 fig., 5 ref.

621.315.2 CABLURI

CZ 621.315.21.027.5

Bax H.

Probleme actuale relativ la cablurile moderne de joasă tensiune, Elektrotechn. Z. (E.T.Z. B) **12**, 1960, pag. 477—482, 15 fig.

CZ 621.315.221.7 : 620.197

Birnthaler W. și *Falk G.*

O nouă protecție contra coroziunii pentru cabluri armate în aluminiu, Elektrotechn. Z (E.T.Z.B.) **13**, 1961, 5, pag. 112—114 3 fig., 19 ref.

621.315.6 MATERIALE IZOLANTE

CZ 621.315.61

Haldiman și *Richon E.*

Material izolant pentru instalațiile interioare de înaltă tensiune. Bull. A. S.E. **52**, 1961, pag. 121—126, 11 fig., 3 tab.

CZ 621.315.61

Kolar L.

Imbătrînirea izolanților datorită condițiilor atmosferice și depozitării și relația sa cu îmbătrînirea termică, Elektrotechnicky Obzor **49**, 1960, 7, pag. 360—367, 7 fig., 2 tab.

CZ 621.315.616.96 : 621.314

Oburgher W.

Utilizarea rășinilor turnate în construcția transformatoarelor și aparatajelor electrice, E.u.M. **77**, 1960, pag. 633—636, 8 fig.

621.316.57 ÎNTRERUPTOARE

CZ 621.316.57.027.61/63 : 621.315.616.96

Floth H. și *Leonhardt G.*

Instalații pentru tensiuni medii cu izolație de rășini turnate, Elektrotechn. (ETZ. B) **13**, 1961, 7, pag. 162—172, 18 fig., 1 tab. 5 ref.

CZ 621.316.54 : 621.318.34

Dolinskie M. I., Omelicenko T. V.

Alegerea parametrilor șuntului inductiv și a spirei demagnetizate ale întreruptorului automat cu acționare rapidă, Vestnik Elektropromîșlennost **32**, 1961, 3, pag. 56—60.

CZ 621.316.57 : 621.316.1.027.2

Komarov Gr.

Întreruptor electrodinamic automat cu funcționare rapidă Elektricestvo **81**, 1961, 6, pag. 53—55, 5 fig., 2 ref.

CZ 621.316.57.001. 4/5

Dvorak M.

Metode și echipamente pentru încercarea disjunctoarelor de înaltă tensiune, Elektrotechnicky Obzor, **49**, 1960, 5, pag. 244—250, 9 fig.

CZ 621.316.57.064 : 621.382.3

Rageth P. M.

Proiectarea și aplicarea unui nou aparat cu reanblanșare rapidă tranzistorizat, Bull. A.S.E. **51**, 1960, pag. 1194—1197, 7 fig.

CZ 621.316.57.064.22

Marty Cr.

Necesitățile impuse disjunctoarelor pentru rețelele de înaltă tensiune pînă la 150 kilovolți, Bull. A.S.E. **51**, 1960, pag. 1152—1156, 8 fig.

621.33 CĂI FERATE ELECTRICE

CZ 621.336 : 621.385

Laplaiche, Mauzin

Electronica în serviciul materialului rulant al căilor ferate (I). Aparatajul electronic în măsurători și încercări la căile ferate, Onde élect., **40**, 1960, pag. 287—288.

CZ 621.336 : 621.385

Laurenceau

Electronica în serviciul materialului rulant al căilor ferate (II), Electronica în locomotiva electrică și în alimentarea sa cu energie, Onde élect., **40** 1960, pag. 288—291, 3 fig.

CZ 621.331 : 621.385

Robert

Electronica în serviciul materialului rulant al căilor ferate (III). Electronica pentru materialul remorcat. Onde élect., **40**, 1960, pag. 291.

CZ 621.33 : 656.25

Walter J.

O contribuție a electronicii în securitatea transportului feroviar, perfecționarea circuitului de cale, Onde élect., **40**, 1960, pag. 295—301, 12 fig.

CZ 621.33 : 656.25

Keichinger

Probleme particulare puse prin introducerea electronicii în instalațiile de securitate feroviare, Onde élect., **40**, 1960, pag. 302—309, 11 fig.

CZ 621.33 : 656.25

Raymond C. și *Diberder M.*

Programator și comandă centralizată a circulației, Onde élect., **40**, 1960, pag. 322—331, 6 fig.

ÎNTREPRINDEREA DE COMERȚ EXTERIOR

CENTROZAP

POLONIA — KATOWICE

PLEBISCYTOWA

CĂSUȚA POȘTALĂ 825

Exportă:

Palane electrice

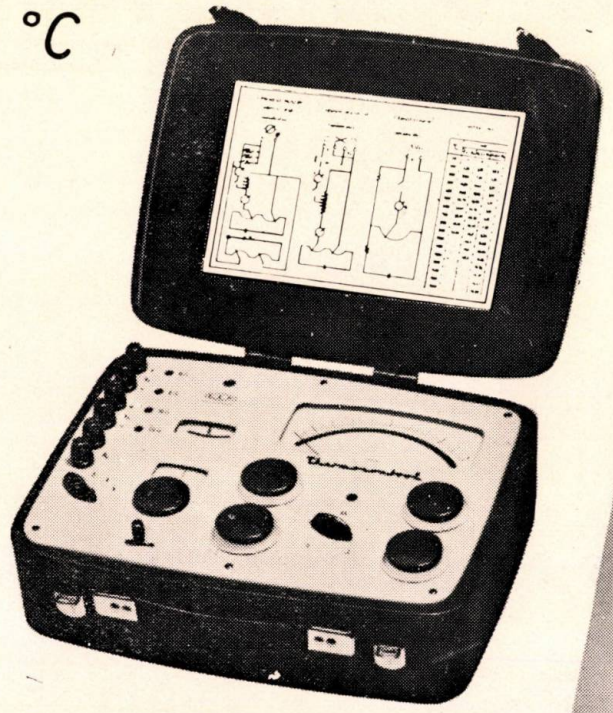
cu sarcini de 0,5—4,5 t

pentru necesitățile de transport

ale tuturor ramurilor industriale

CENTROZAP

EKM



Thermocontrol

compensator termotehnic lucrînd după principiul

Lindeck-Rhode

pentru controlul instrumentelor termotehnice tip YHK

Volumul mic, greutatea redusă şi deservirea simplă a aparatului permit controlul, reglarea şi etalonarea termocuplurilor montate în interior şi aparatelor indicatoare respective.

Permite măsurarea precisă a rezistenţelor de măsură liniare cu ajutorul punţii Wheatstone, asamblată cu compensatorul, cu sursă de curent proprie încorporată şi uşor de schimbat.

Exportă:

METRIMPEX

ÎNTREPRINDERE UNGARĂ DE COMERŢ EXTERIOR
DE PRODUSE ALE INDUSTRIEI DE INSTRUMENTE

Adresa poştală: BUDAPESTA 62, căsuţa poştală 202, R. P. UNGARĂ

Adresa telegrafică: INSTRUMENT Budapesta

METRIMPEX
M
BUDAPEST

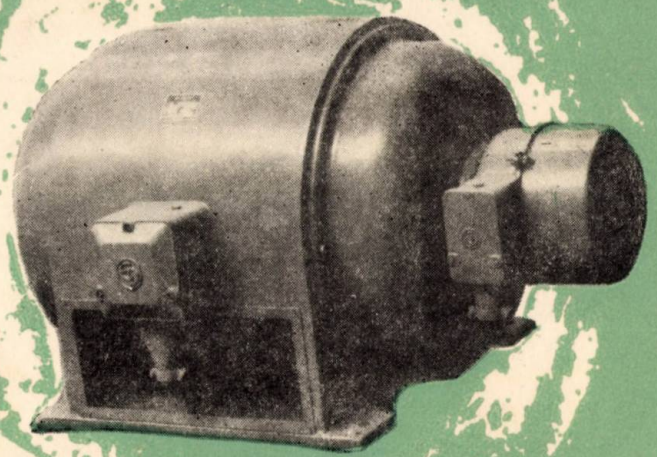
Silicagel

SiO_2 AMORF

Mijloc ideal de uscare și conservare

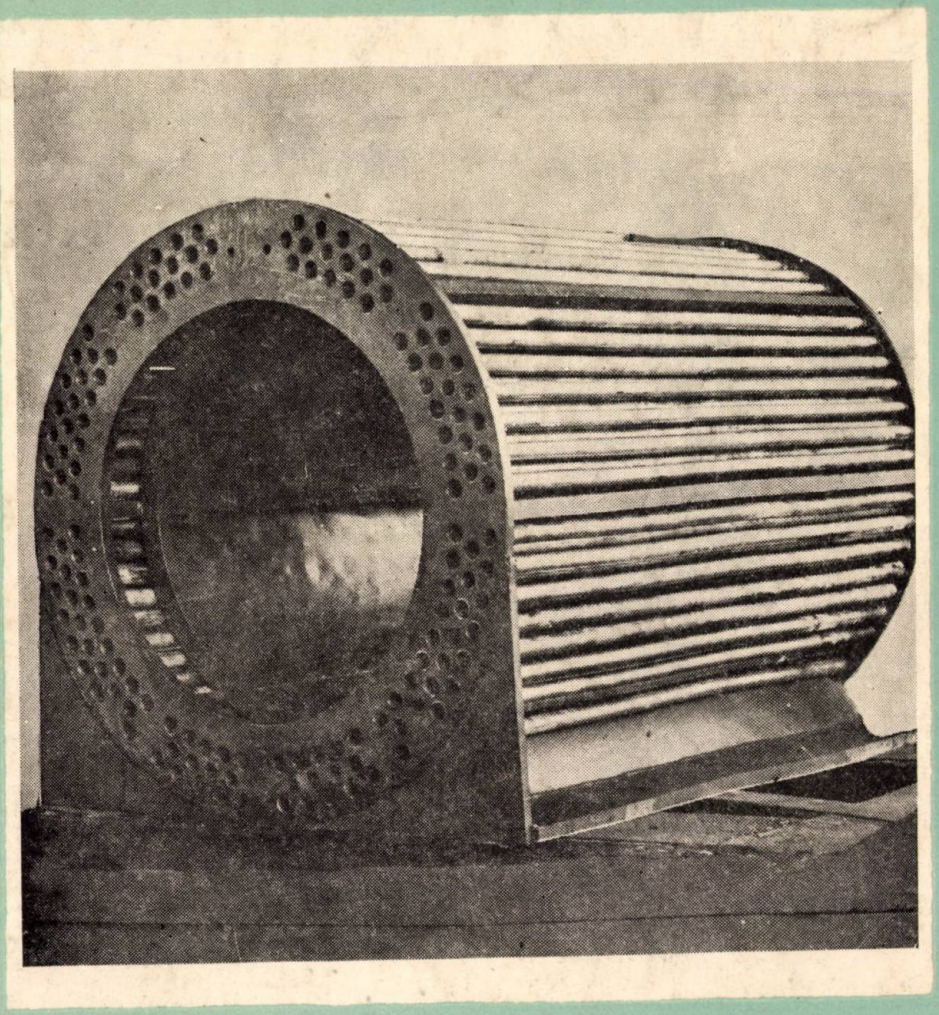
Pentru orice fel de materiale

Mașini și aparate de precizie,
Textile, Pielărie, Alimente etc.
expuse degradării prin umezeală.
Apără de rugină, mucegăire, putrezire
și alte efecte dăunătoare
provocate de umiditate.
Se poate regenera ușor prin simpla
încălzire fără pierdere.



UPSOM

PRODUS AL UZINELOR DE PRODUSE SODICE OCNA MUREȘ



I. P. 2, e. 4855

LEI 5